

8436

The Department of Public Instruction, Bombay

SCIENCE PRIMERS IN GUJARATI.



INTRODUCTORY.

BY

Professor Huxley, F. R. S.

TRANSLATED INTO GUJARATI

BY

R. S. MAHIPATRÁM R. NILKANTH, C. I. E.

GUJARATI TRANSLATOR, EDUCATIONAL DEPARTMENT

First Edition--2,000 Copies.

*Registered for copy-right under the Government of India's
Act XXV. of 1867.*



Bombay.

GOVERNMENT CENTRAL BOOK DEPÔT.

1890.

(All rights reserved.)

Price 10 Annas.

BOMBAY :

PRINTED AT THE "NIRNAYA-SAGARA" PRESS.

૪૫૩૬

મુંબઈ ઇલાકાતું સરકારી કેળવણીખાતું.

વિદ્યાપ્રવેશગ્રંથાવલિ.

ગૂજરાતીમાં.

નંબર ૬.

પ્રવેશપોથી.

પ્રોફેસર હકસક્તિકૃત ઇંગ્લેજ પુસ્તકપરથી

ગૂજરાતીમાં ભાષાંતર કરનાર

રા. સા. મહીપતરામ રૂપરામ નીલકંઠ, સી. આઈ. ઇ.

ગૂજરાતી ટ્રાન્સલેટર, એન્જ્યુકેશનલ ડીપાર્ટમેન્ટ.

આવૃત્તિ ૧ લી— ૨,૦૦૦ પ્રત.

પ્રિન્ટસરકારના સન ૧૮૯૭ના ૨૫ મા આક્ટપ્રમાણે આ પુસ્તકનોંધાવ્યું છે.

મુંબઈ:

ગવર્નમેન્ટ પ્રિન્ટિંગ ષુક ડીપો.

ઈસ્વી સન ૧૮૯૦.

(આ પુસ્તકસંબંધી સર્વે અધિકાર સરકારે સ્વાધીન રાખ્યા છે.)

કીમત ૧૦ આના.

મુંબઈમધ્યે;

“ નિર્ણયસાગર ” છાપખાનામાં છાપી.

અનુક્રમણિકા.

૧. સૃષ્ટિ અને વિદ્યા.

ક્રમ.	પૃષ્ઠ.
૧. ઇન્દ્રિયભોધ અને વસ્તુઓ	૧
૨. કારણો અને કાર્યો	૧
૩. કારણ શું. ખુલાસો (સમજાણ)... ..	૨
૪. ગુણો અને શક્તિઓ... ..	૩
૫. કૃત્રિમ અને સ્વાભાવિક પદાર્થો. સૃષ્ટિ (કુદ્રત)... ..	૩
૬. કૃત્રિમ વસ્તુઓ—સ્વાભાવિક (કુદ્રતી) વસ્તુઓને માણ- સોએ રૂપો આપેલાં, ભેગી કચેલી કે જુદી પારેલી તે માત્ર કૃત્રિમ વસ્તુઓ છે.	૪
૭. સૃષ્ટિના ઘણા પદાર્થો અને કારણો તથા કાર્યોની સંકલનાનું જ્ઞાન માણસની શક્તિની મર્યાદાની પાર છે... ..	૫
૮. સૃષ્ટિનો ક્રમ; આકસ્મિક અનાવ અનતો નથી, દૈવજ્ઞેય છેજ નહિ... ..	૬
૯. સૃષ્ટિના નિયમો (કાયદા); નિયમો કારણો નહિ... ..	૮
૧૦. દુનિયામાં વ્યવહારોપયોગી કામો કરવાને સૃષ્ટિનું જ્ઞાન માર્ગ- દર્શક છે... ..	૧૦
૧૧. સાયન્સ એટલે અવલોકન, પ્રયોગ અને તર્કથી મળેલું સૃષ્ટિના નિયમો (કે કાયદા)નું જ્ઞાન... ..	૧૧

૨. ભૌતિક પદાર્થો.—અ. અનિજવસ્તુઓ.

૧૨. સ્વાભાવિક પદાર્થ પાણી.	૧૪
૧૩. પાણી ભરેલું કાચનું બાલું	૧૪

કલમ.

પૃષ્ઠ.

૧૪. પાણી જગ્યા કે અવકાશ રોકેછે; તે અવરોધ કરેછે; તેને ભાર છે; અને તેને મજેલી ગતિ તે બીજાને આપી શકેછે; એમાટે તે પદાર્થનું એક રૂપ છે. ... ૧૫
૧૫. પાણી પ્રવાહી છે. ... ૧૬
૧૬. પાણી લગભગ અસંકોચનીય છે ... ૧૭
૧૭. ભારનો અર્થ ... ૧૮
૧૮. ગુરુત્વ અને ગુરુત્વાકર્ષણ. ... ૧૯
૧૯. ભારનું કારણ; આકર્ષણ; બળ. ... ૨૧
૨૦. પાણીનો ભાર તેના કદના પ્રમાણમાં છે ... ૨૩
૨૧. તોળવું, ત્રાજવાં ... ૨૩
૨૨. સરખી સ્થિતિમાં પાનીના સરખા કદ કે સમૂહનો ભાર સદા સરખો હોયછે. સમૂહ, ઘટલવ. ... ૨૪
૨૩. જુદી જુદી વસ્તુઓનાં તેજ અવસ્થામાં સરખાં કદોના ભાર જુદા જુદા હોયછે,—જુદા જુદા પદાર્થોનાં ઘટલવો જુદાં જુદાં હોયછે. ... ૨૬
૨૪. ભારે અને લલકાનો અર્થ,—વિશેષગુરુત્વ. ... ૨૭
૨૫. પાણીથી જે પદાર્થોનું વિશેષગુરુત્વ વધારે તેઓ પાણીમાં ડૂબેછે; જેઓનું વિશેષગુરુત્વ પાણીથી ઓછું તેઓ પાણીમાં તરેછે.... ૨૮
૨૬. જે પદાર્થ પાણીમાં તરેછે તેના ભારની બરાબર જેટલા પાણીનો ભાર થાય તેટલા પાણીની જગ્યા તે પદાર્થ પાણીના પૃષ્ઠની સપાટીની નીચે રોકેછે; બીજા ઓલમાં કહીએ તો પોતાના વજન જેટલા વજનના પાણીને ખસેડેછે ... ૩૦
૨૭. પાણી બધી દિશાઓમાં દબાણ કરેછે. ... ૩૧
૨૮. ગતિમંત પાણીની ગતિનો પ્રવેશ બીજી વસ્તુમાં; વહેતાં પાણીની ગતિનું બળ ... ૩૪
૨૯. ગતિમંત પાણીની શક્તિ ... ૩૬

કલમ.	પૃષ્ઠ.
૩૦. પાણીના ગુણો સ્થાયી છે	૪૦
૩૧. ઉષ્ણતા વધવાથી પ્રથમ પાણીનું કદ વધેછે.	૪૦
૩૨. ઉષ્ણતા વધતાં અંતે પાણીની વરાળ થાયછે.	૪૨
૩૩. વરાળમાંની ગરમી લેઈ લીધાથી વરાળનું ઊનું પાણી થાયછે.	૪૩
૩૪. જ્યારે પાણીની વરાળ થાયછે ત્યારે તેનું કદ પ્રથમથી આ- શરે ૧૭૦૦ ગણું વધારે મોટું થાયછે... ..	૪૩
૩૫. વાયુઓ (ગ્લાસો) કે સ્થિતિસ્થાપક ફ્લુઈડો (હવારૂપે ઊડી કે પ્રસરી જનારા પદાર્થો).	૪૪
૩૬. વરાળ એ સ્થિતિસ્થાપક ફ્લુઈડ કે ગ્લાસ છે	૪૬
૩૭. ગ્લાસ અને બાષ્પ	૪૬
૩૮. સાધારણ ઉષ્ણતાએ પાણીનું બાષ્પીભવન.	૪૮
૩૯. જ્યારે ઊનું પાણી ટાટું પડેછે ત્યારે પ્રથમ તે સંકોચાયછે; પણ ફેટલાએક વખત પછી ફૂલેછે... ..	૪૯
૪૦. એથી વધારે શીતળ થવાથી પાણીનું પારદર્શક બરડ થન બરડ બનેછે... ..	૫૦
૪૧. જે પાણીનું બરડ બન્યું હોય તેનાથી તે બરડનું વિશેષ- ગુણત્વ ઓછું છે... ..	૫૧
૪૨. વાતાવરણમાંનો જળગ્લાસ ઘનીકરણ પામી ઝીણા બરડના સ્ફટિક બનેછે તેને હિમ કહેછે.	૫૨
૪૩. બરડને ઊનું કરવામાં ગરમી ૩૨ પહોંચતાંવારને તેનું પાછું પાણી થવા માંડેછે.	૫૩
૪૪. બરડ ઘનરૂપ, પાણી પ્રવાહીરૂપ, અને વરાળ ગ્લાસ (વાયુ)- રૂપ, એ એક સ્વાભાવિક વસ્તુની ત્રણ સ્થિતિઓ છે; એ પ્રત્યેક સ્થિતિનો આધાર ઉષ્ણતાનું અમુક પરિમાણ છે.	૫૩
૪૫. ઉષ્ણતાનાં દર્શનો એ ભૌતિકપદાર્થોના રજકણોની ઉતાવળી ગતિનાં કાર્યો છે... ..	૫૫
૪૬. પાણીની રચના.	૫૬
૪૭. ધારણ કે પ્રતિજ્ઞા; તેનો ઉપયોગ અને માલ	૫૮

કલમ.

પૃષ્ઠ.

૪૮. પાણીવિષે પ્રતિજ્ઞા (ધારણા) એવી છે કે તે જૃથક કણોનું
' અનેકું છે... ... ૫૯
૪૯. સંબંધિત છે કે સકળ ભૌતિકપદાર્થ આણુઓનો કે પરમા-
ણુઓનો બનેલો છે. ... ૬૧
૫૦. તત્ત્વો (અમિશ્રિત ભૌતિકપદાર્થો) નાશ પામતા નથી
તથા સૃષ્ટિમાં તેઓના પરિમાણમાં વધારો થતો નથી. ૬૩
૫૧. સાદું મિશ્રણ... ... ૬૪
૫૨. મિશ્રણ થવાથી ઘટત્વનું વધતું; મઘાકં અને પાણી. ... ૬૫
૫૩. ઘન ઓગળેલું મિશ્રણ; પાણી મીઠાને ઓગાળે છે... ... ૬૬
૫૪. કુળીચૂનો અને પાણી; પારિસનો સફો અને પાણી;
સંયોગ ૬૮
૫૫. અનિજ પદાર્થો નિર્મિત આકારો (રૂપો) ધારણ કરી શ-
કે છે, અને તેઓમાં સજ્જતીય પદાર્થો મળવાથી કદમાં
વધી શકે છે. ૭૨

ખ. સજ્જત વસ્તુઓ.

૫૬. ઘઉંનો છોડ, અને તેનાં સાધક દ્રવ્યો ૭૩
૫૭. સાધારણ મરઘી (કૂકડી) અને તેનાં શરીરસાધકો ... ૭૫
૫૮. અંગના કેટલાક ઘટકાવયવો (સાધકો) ઘઉંના છોડમાં
અને મરઘામાં છે તેઓ એક એકને બહુ સમાન છે. ૭૬
૫૯. સૃષ્ટિમાં પ્રાણીઓમાંથી અને વનસ્પતિમાંથી માત્ર પ્રોટેઈન
વસ્તુઓ બરડે છે; અને પ્રાણીઓમાં તથા વનસ્પતિમાં
પ્રોટેઈન હોયજ હોય ૭૭
૬૦. જીવે છે એ શબ્દનો અર્થ શો ? ૭૭
૬૧. જીવતો છોડ જે વસ્તુઓનો અન્યો છે તેઓમાં તેવી વ-
સ્તુઓ ઉમેરાવાથી તે કદમાં વધે છે; તોપણ એ વસ્તુ-
ઓ તેને બહારથી પ્રાપ્ત થતી નથી, પરંતુ તેઓ છો-
ડના અંગની અંદર વધારે સાદાં દ્રવ્યોની બને છે ... ૭૮

કલમ.

પૃષ્ઠ.

૬૨. સજીવ છોડ (વનસ્પતિ) વધી રહ્યા પછી પોતામાંનો બીજા ભાગ છૂટો પાડેછે, અને તે ભાગમાં તેવો છોડ ઉગાવવાની શક્તિ છે ૭૯
૬૩. જે વસ્તુઓનું પોતાનું અંગ અન્યું છે તે વસ્તુઓમાં તેઓના સરખી વસ્તુઓ ઉમેરી પ્રાણીઓ પોતાનું અંગ વધારેછે; પરંતુ તેઓને મુખ્યત્વે બીજા પ્રાણીઓમાંથી કે વનસ્પતિમાંથી પ્રત્યક્ષ મેળવેછે. ૮૦
૬૪. જીવનું પ્રાણી મોટું થયા પછી ઈંડાંરૂપે પોતાની કાયાનો ભાગ છૂટો પાડેછે, અને તે ભાગમાં તેના સરખું પ્રાણી થવાની શક્તિ છે. ૮૦
૬૫. સજીવ પદાર્થો અનિજ પદાર્થોથી આવશ્યક રચનામાં, મોટા થવાની રીતિમાં, તથા અંકુર (બીજ) વડે પુનરુદ્ભવ થવામાં ભિન્ન છે... ... ૮૧

૩. અમૂર્ત વિષયો.

૬૬. માનસિક દર્શનો. ૮૨
૬૭. માનસિક દર્શનોનો કેમ; મનોવ્યાપારવિદ્યા. ૮૨

વિદ્યાના પ્રથમ પુસ્તકો. પ્રવેશ પોથી.

૧. સૃષ્ટિ અને વિદ્યા.

૧. ઇન્દ્રિયબોધ અને વસ્તુઓ.

જે જગતમાં આપણે વર્ણવે છીએ અને જેનો અંશ છીએ તે જગત્ત્રિયે આપણી જાગૃતિના બધા વખતમાં ઇન્દ્રિયોવડે કાંઈ જ્ઞાન મેળવીએ છીએ; નિરંતર આપણને કાંઈ લાગ્યાનું (સ્પર્શનું), સાંભળ્યાનું, વાસનું, અને, અંધારામાં ન હોઈએ તો, જોયાનું જ્ઞાન થાય છે; વચગાળે સ્વાદનું ભાન થાય છે. એ જ્ઞાનને ઇન્દ્રિયબોધ કહેવામાં આવે છે.

એમાંનો કોઈ ઇન્દ્રિયબોધ જ્યારે થાય છે ત્યારે આપણું સાધારણ કહેવું એ છે કે અમને લાગે છે, કે અમે સાંભળીએ છીએ, કે જોઈએ છીએ, કે અમને વાસ આવે છે, કે સ્વાદ લાગે છે. અમુક વાસથી આપણે કહીએ છીએ કે તે ઠુંગળીનો વાસ છે; અમુક સ્વાદથી આપણે કહીએ છીએ કે તે ખોરનો સ્વાદ છે; અમુક નાદથી કહીએ છીએ કે ગાડીનો નાદ સંભળાય છે; આપણી આંખો આગળના અમુક દેખાવથી આપણે કહીએ છીએ કે આપણે ઝાડ બેઠઈએ છીએ, અને એમ ઇન્દ્રિયોની સહાયથી જે જાણવામાં આવે છે તેને વસ્તુ, કે વિષય કહીએ છીએ.

૨. કારણો અને કાર્યો.

વળી આપણે કહીએ છીએ કે એ સર્વ વસ્તુઓ કે વિષયો ઇન્દ્રિયબોધોનાં કારણો છે અને ઇન્દ્રિયબોધો એ કારણોનાં કાર્યો છે. ઉદાહરણ, આપણે અમુક નાદ સાંભળીએ છીએ ત્યારે કહીએ છીએ કે તેનું કારણ રસ્તાકિપર ગાડી જાય છે તે છે, અથવા રસ્તાકિપર ગાડી જ-

વાથી તે થયો કે રસ્તાઉપર ગાડી જવાનું તે કાર્ય છે. કાંઈ બળવાનો જખરો વાસ આવે તો આપણે માનીએ છીએ કે કાંઈ બળે છે, અને ચિંતાતુર થઈ તે ગંધનું કારણ ખોળીએ છીએ. આપણે જાડ દેખીએ છીએ તો માનીએ છીએ કે આપણી નજર જેટલી જગ્યામાં પહોંચે છે તેટલામાં કોઈ વસ્તુ કે વિષય છે તે એ દેખાવનું કારણ છે.

૩. કારણ શું. ખુલાસો (સમજણ.)

બળવાના વાસવિષે તપાસ કરવાથી માલૂમ પડે છે કે કોઈ ચીજ ખરેખરી બળે છે, ત્યારે આપણે કહીએ છીએ કે વાસનું કારણ માલૂમ પડ્યું, અથવા એમ પણ કહીએ કે વાસ આવવાનું કારણ શું તે જણાયું; અથવા તેનો ખુલાસો મળ્યો. માટે કોઈ બાબતનું કારણ શું તે જાણ્યું, કે તેનો ખુલાસો થયો તેને તેનું કારણ જાણવું કહે છે, પણ જે એક બાબતનું કારણ હોય તે બીજાનું કાર્ય હોય. ઉદાહરણ, ધારો કે આપણા જાણવામાં આવ્યું કે આપણને કાંઈ બળવાની ગંધ લાગી તેનું કારણ લૂગડું બળતું જણાયું, તેપરથી આપણે તુરત પૂછીએ છીએ કે તે શાથી સળગ્યું, અથવા તે બળવા લાગ્યું તેનું કારણ શું ? કદાચ આપણને માલૂમ પડે છે કે સળગેલી દીવાસળી તે ઉપર નાંખવામાં આવી હતી, અને તેવારે આપણે કહીએ છીએ કે તે બળવાનું કારણ સળગેલી દીવાસળી હતી. પણ કાંઈ માણસે દીવાસળીને તેપર નાંખ્યાવિના તે ત્યાં હોત નહિ. અર્થાત્, દીવાસળીનું ત્યાં હોવું એ કારણરૂપી કોઈ એ કિત્તે કરેલું કાર્ય છે. તે ઉપરથી આપણે પૂછીએ છીએ કે કોઈ ત્યાં દીવાસળી શામાટે નાંખી ? તેણે અજાણે બેરીકરાઈથી નાંખી કે જાણી જોઈને નાંખી ? અને જાણી બુઝીને નાંખી તો તેમ કરવાનો તેનો હેતુ શો હતો, કે તેમ કરવાનું તેને શાથી સૂઝ્યું ? અને તે હેતુ હોવાનું કારણ શું ? એમ એકપરથી એક નીકળતા પ્રશ્નોના પાર ન આવે એ દેખીતું છે.

એમ આપણે માનીએ છીએ કે દર કાંઈ બનાવ આગલા કાંઈ કારણનું કાર્ય છે; અને તે કારણ કોઈ બીજાનું કાર્ય છે. અને તેમ કારણો અને કાર્યોની સાંકળી જેટલે પાછળ જતા જઈએ તેટલે લગી છે. દરકોઈનું કારણ જણાયું, કે તે શા કારણથી છે તે માલૂમ પડ્યું

કે તેનો ખુલાસો થયો કહેવાયછે; તે કારણનું કારણ બાણી શકાય તો વધારે ખુલાસો થયે કહેવાય. કારણો અને કાર્યોની સંકળના જેમ વધારે જડે તેમ ખુલાસો વધારે સંતોષકારક હોયછે. પરંતુ ખુલાસો સંપૂર્ણ તો હોઈ શકેજ નહિ; કેમકે માણસને ઘણામાં ઘણું જ્ઞાન થાયછે તે સૃષ્ટિના આરંભ બાણી ઝાઝું જતું નથી.

૪. ગુણો અને શક્તિઓ.

કોઈ વસ્તુ સર્વદા અમુક કાર્ય (અસર) ઉત્પન્ન કરે તે કાર્યને વખતે તેનો ગુણ, ને વખતે તેની શક્તિ કહેવામાં આવેછે. ઉદાહરણ, ડુંગળીનો વાસ તે તેનો એક ગુણ ગણાયછે, કેમકે ડુંગળીને નાકની સમીપ લાવીએ છીએ તેવારે તેમાંથી તેવો વાસ નીકળતો જણાયછે; સીસામાં ભારેપણાનો ગુણ કહેવાયછે, કેમકે જ્યારે તેને હાથમાં લેઈએ છીએ ત્યારે હમેશ તે ભારે લાગેછે. પાણીના પ્રવાહમાં જળચક્ર ફેરવવાની શક્તિ છે એમ કહેવાયછે, કેમકે તેથી તે ફેરેછે; ઝેરી સાપમાં માણસને મારી નાંખવાની શક્તિ છે એમ કહેવાયછે, કેમકે તેના ડંખથી માણસ મરી નયછે. વસ્તુઓમાં જે ગુણો અને શક્તિઓ કહેવાયછે તેઓ તે વસ્તુઓથી ઉત્પન્ન થતાં કેટલાંક કાર્યો (કે અસરો) છે.

૫. કૃત્રિમ અને સ્વાભાવિક પદાર્થો. સૃષ્ટિ (કુદ્રત).

આખાની ઇંદ્રિયોવડે ઘણીક વસ્તુઓ આપણા બાણવામાં આવેછે. ઉદાહરણ, ઘરો, રાયરચીલાં, ગાડીઓ, યંત્રો, એ સર્વ કૃત્રિમ (હસ્તકૃત) વસ્તુઓ કે પદાર્થો છે. કેમકે તેઓનું રૂપ (કે આકાર) માણસની બનાવટ છે; ઘણું કરીને તો તેઓ માણસથી બનેલા કહેવાયછે. તથાપિ ઘણી વધારે વસ્તુઓમાં માણસનું કરેલું કાંઈ નથી હોતું, અને માણસનો જન્મ પૃથ્વી ઉપર થયેજ ન હોત તોપણ તેઓ હાલ છે તેવીજ હોત, —ઉદાહરણ, આકાશ અને વાદળાં; સૂર્ય, ચંદ્ર અને તારા; સમુદ્ર અને તેના ખડકો, કાંકરાવાળા કે રેતાળ કાંઠા; જમીનપર ડુંગરો અને ખીણો; અને સઘળાં વગડાઉં ઝાડો (કે છોડો) અને જનાવરો. આ જાતની વસ્તુઓને સ્વાભાવિક પદાર્થો કહેછે, અને તે સર્વને સૃષ્ટિ કહીએ છીએ.

૬. કૃત્રિમ વસ્તુઓ—સ્વાભાવિક (કુદ્રતી) વસ્તુઓને માણસોનું રૂપો આપેલાં, મેળી કરેલી કે જુદી પાઢેલી તે માત્ર કૃત્રિમ વસ્તુઓ છે.

સ્વાભાવિક અને હુનરી વસ્તુઓનો આ ભેદ સહેલથી કહી શકાય છે. અને અનુકૂળ પડે છે; પરંતુ યાદ રાખવાની જરૂર છે કે જેવડે તો બધું સૃષ્ટ (કુદ્રતી) પદાર્થો છે. જે કૃત્રિમ પદાર્થો સાધારણ બોલીમાં માણસના બનાવેલા કહેવાય છે તેઓ પણ માણસે ખસેડેલા અને રૂપ આપેલા માત્ર સ્વાભાવિક પદાર્થો છે; અને સરજવાના અર્થમાં, એટલે જે વસ્તુ આગળ કોઈ બીજે રૂપે ન હતી તેને હયાતીમાં આણવી (ઉત્પન્ન કરવી) એ માણસથી બની શકે તેમ નથી. એ ઉપરાંત યાદ રાખવું કે સ્વાભાવિક પદાર્થોમાં સ્વાભાવિક પદાર્થપણાને લીધે જે શક્તિઓ છે તેઓવડે માણસો તેઓને રૂપ આપે છે, અને એકઠાં કરે છે, કે છૂટાં પાડે છે.

સૃષ્ટિના જે ભાગને આપણે માણસ જાત કહીએ છીએ તેની કૃતિથી ખરૂં જોતાં સકળ કૃત્રિમ વસ્તુઓ બને છે.

કૃષ્ણાણાએ પેટી “બનાવી” એમ બોલીએ છીએ, અને તેમ બોલવાનો અર્થ એટલોજ હોય કે તેણે લાકડાના કુકડાનો અમુક આકાર કર્યો અને ખીલાથી તેઓને એકઠા જડ્યા, તો તે કહેવું ખરૂં છે; પણ લાકડું સ્વાભાવિક પદાર્થ છે અને ખીલાનું લોહુંએ તે છે. • ઘડો બનાવનાર ત્રાંખાનો હોય તો કંસારો છે, ને માટીનો હોય તો કુંભાર છે, પણ ત્રાંખું અને માટી સ્વાભાવિક પદાર્થો છે. ઘડીઆળ ધાતુઓનું બન્યું છે, અને રેંટીઓ તથા ગાકું, લાકડું, લોહું વગેરે સ્વાભાવિક પદાર્થોનું બન્યું છે તે પદાર્થોને ભેગા કરી અનેક ઘાટ (રૂપ કે આકાર) માત્ર માણસે આપ્યા છે. અંગરખું કે ડગલી સૂતરની છે, ને સૂતર રૂનું બન્યું છે; અને રૂ સ્વાભાવિક પદાર્થ છે. પીતામ્બર હીરનું બન્યું છે, પણ હીર સ્વાભાવિક વસ્તુ છે. વળી એ સર્વ બનાવનારાં માણસો સ્વાભાવિક પદાર્થો છે.

સૂતાર, ધમારતો બાંધનારા, મોચી અને બીજા બધા કારીગરો

અને કસખીઓ છે, તેમણે કેટલાક કુદ્રતી પદાર્થોના ગુણો અને શક્તિઓની માહિતી જાણવી હોયછે; તથા કારણો અને કાર્યોની સંકલનાથી જાણીતા હોયછે, તેથી તે પદાર્થોને માણસના કામમાં આવે તેમ જોડવાને તથા ઘાટ આપવાને તેઓ શક્તિમાન છે.

લાકડાના ગુણો અને શક્તિઓ જાણ્યાવિના જેને આપણે ખુરશી “કરવી” કહીએ છીએ તે કરી શકે નહિ. લોઢામાં એવો ગુણ છે કે રક્ત ઉપજી કરવાથી તે નરમ થાયછે અને તેનો સહેલથી હર કોઈ ઘાટ ઘડી શકાયછે (૩૫ કે આકાર આપી શકાયછે); એ જાણ્યાવિના નકુચા, સાંકળો વગેરે લવાર બનાવી શકે નહિ. માટીના ઘણાક ગુણો કડીઆના જાણવામાં હોવા જોઈએ; નરમાશ, વાળ્યું વળે, અને નરમ તાપથી ઓગળે એ સીસાના ગુણો જાણ્યા વિના સીસાઘડો પાતાનું કામ કરી શકે નહિ.

માટે પ્રત્યેક હુનર કરવામાં સ્વાભાવિક કારણો અને કાર્યોનું કાંઈ જ્ઞાન તે કરનારાને હોવાનું અનુમાન થાયછે; અને સ્વાભાવિક પદાર્થોના ગુણોના અને શક્તિઓના જ્ઞાનમાં જેમ જેમ વધારો થાય, તથા પદાર્થોના ગુણોને અને શક્તિઓને અને કારણ અને કાર્યના સંબંધોને આપણા લાભાર્થે વાળવાની શોધો થાય તેમ હુનરોમાં સુધારો થાય.

૭. સૃષ્ટિના ઘણા પદાર્થો અને કારણો તથા કાર્યોની સંકલનાનું જ્ઞાન માણસની શક્તિની મર્યાદાની પાર છે.

પાછળ કહી ગયા તેમ કેટલાક કુદ્રતી પદાર્થોને લેઈ આપણે ઉપયોગમાં આણી શકીએ છીએ. પરંતુ સૃષ્ટિની સઘળી મોટામાં મોટી વસ્તુઓ અને કારણ અને કાર્યની જે સંકલનાથી તેઓનો સંબંધ થયોછે તેઓ આપણે હાથ આવતી નથી. સૂરજ ઊગેછે અને આથમેછે; ચંદ્ર અને નક્ષત્રો આકાશમાં ગમન કરેછે; વાયુની ખુશકારી અવસ્થા, અને તોફાની પવન, તાપ અને ઠાઠ વારાફરતી આવેછે. પવન ભિન્ન ભિન્ન બળથી વાય તેપ્રમાણે અને તેના (પવનના) પડવાથી

સમુદ્ર ઓછા વધતા ભારે ઉછાળા મારેછે કે શાંત થઈ કાચ જેવો દેખાયછે; અગણિત છોડવા અને જનાવરો હયાતીમાં આવેછે અને પાછાં જતાં રહેછે; એ મોટી સ્વાભાવિક બનાવમાળાઓ મહાન્ અનુક્રમે બની જાયછે. તેઓ ઉપર આપણી જરાએ સત્તા ચાલતી નથી; એક સ્થળને વાઝોડું વેરાન કરેછે; બીજાનો ધરતીકંપ નાશ કરેછે. જ્વાળામુખી ફાટવાથી ત્રીજું ઠેકાણું ઊજ્જડ થાયછે. અહિં સારી મોસમ (ઋતુ) થી સુકાળ અને ધન પ્રસરેછે, અને ત્યાં લાંબી અનાવૃત્તિથી દુકાળ (દુષ્કાળ) પડેછે, અને મરડી ચાલેછે. આવી બધી બાબતોમાં માણસની પ્રત્યક્ષ સત્તા કાંઈ કામમાં નથી આવતી. અને જ્યાં લગી તે અજ્ઞાન છે ત્યાં લગી, સૃષ્ટિની વધારે મોટી શક્તિઓનું તે માત્ર રમકડું છે.

૮. સૃષ્ટિનો ક્રમ; આકાસ્મિક વનાવ વનતો નથી, દૈવજોગ છેજ નહિ.

કુદ્રતનો સંભાળથી અભ્યાસ કરવા માંડ્યો ત્યારથી માણસોના બળુવામાં આવ્યું કે કેટલાક બનાવ નિયમિત ક્રમે બનેછે, અને કેટલાંક કારણોથી એકજ પ્રકારનાં કાર્યો ઉત્પન્ન થાયછે. સૂર્ય નિત્ય આકાશને એક પાસે ઊગેછે અને બીજે પાસે આથમેછે; ચંદ્ર એક સરખા અનુક્રમે અને સરખે કાળાંતરે કળા બદલેછે; કેટલીક ચાંદરણીઓ આપણે વર્ષાએ છીએ તે સ્થળની ક્ષિતિજ નીચે કદી અદ્વિત પામતી નથી; ઋતુઓ વધારે ઓછી નિયમિત છે; ડુંગરપરથી પાણી હમેશ તળેટી ભણી વહેછે; અગ્નિ સર્વદા બાળેછે; બીયાંમાંથી વૃક્ષો (છોડવા અને નાનાં મોટાં ઝાડ) સદા ઊગેછે, અને તે વૃક્ષોને બીયાં થાયછે તેઓમાંથી વળી તેવાંજ વૃક્ષો ઊગેછે; જનાવરો જન્મેછે, મોટાં થાયછે, પુખ્ત ઉમરે પહોંચેછે (ધરડાં થાયછે) અને મરી જાયછે; એ એમનું એમ એક પછી એક જમાનામાં થયું જાયછે. એથી સૃષ્ટિના ક્રમનો, અને પદાર્થો અને વિષયોમાં કારણ અને કાર્યના સંબંધમાં અચળતાનો વિચાર માણસોના મનમાં આસ્તે આસ્તે પ્રવેશ થયો. જેમાં આવો ક્રમ ચાલુ જોવામાં આવ્યો તે બાબતનો ખુલાસો સમ-

જાયો એમ લાગ્યું; પણ જેનો ખુલાસો એમ થયો નહિ તેને અચા-
નક, દૈવજ્ઞેગ કે આકસ્મિક બનાવ કહો.

પરંતુ સૃષ્ટિનો અભ્યાસ જેમ વધારે કરવામાં આવ્યો તેમ વધારે વિસ્તીર્ણ ક્રમનો પ્રસાર જણાયો છે, અને જ્યાં અનિયમિતપણું કે ઘો-
ટાજો દેખાયો ત્યાં સંયુક્તપણું સિદ્ધ થયું છે; તે એટલેસૂધી કે કોઈ પણ
બનાવ દૈવજ્ઞેગથી બને છે, કે હરકોઈ ખરેખરા આકસ્મિક બનાવો છે,
એટલે જે બનાવોને કારણ નથી, એમ માને એવો મૂર્ખ આજે
કોઈ નથી. અને જે આપણે કોઈ બનાવને દૈવજ્ઞેગે બનેલો કહીએ
છીએ તો સર્વ કોઈ કબૂલ કરે છે કે તેમ કહેવાનો અર્થ એટલોજ કે
આપણે તેનું કારણ, અથવા તે શાથી બન્યો તે જાણતા નથી. દૈવ-
જ્ઞેગ અને અકસ્માત એ માત્ર અજ્ઞાનનાં બીજાં નામો છે.

આ ક્ષણે હું મારી બારીએથી જોઉં છું તો વરસાદ વરસે છે અને
પવન જોરથી વાય છે, તથા ઝાડોની ડાળીઓ અતિશે ડોલે છે. એનું
બને કે કોઈ આદમી તે ઝાડ નીચે બચાવને માટે આવી ઊભો રહેલો
હોય; પવનનો વધારે જખરો ઝપાટો આવવાથી એક ડાળું તુટી તેના
ઉપર પડે અને તેને બહુ વાગે. એમ બને તો તેને “અકસ્માત”
કહેવામાં આવે, અને તે માણસ કદાચ કહેશે કે “હું “દૈવજ્ઞેગ” બ-
હાર ગયો, અને “દૈવજ્ઞેગ” તે ઝાડ તળે ઊભો, અને તેથી એ “અ-
કસ્માત” બન્યો.” પણ એમાં દૈવજ્ઞેગે નથી અને અકસ્માતે નથી.
વાતાવરણ ઉપર થતાં કોઈ કારણોના વ્યાપારનું કાર્ય એ વાતોનું છે,
અને તે વ્યાપાર કદાચિત્ સંકટો મેલોપર ચાલતો હશે; પ્રત્યેક પત્રનું
આંદોલન (ઝોલા ખાતું) તેનું જે પૃથ પવનને સ્પર્શ કરે છે તે ઉપર
પવનની ગતિનું બળ લાગે છે તેથી થાય છે; જે ઝાડની કોઈ શાખા તુ-
ટે છે તો તે તેની મજબૂતાઈ અને પવનના બળના સંબંધનું પરિણામ
છે; માણસના ઉપર તે પડે છે તો તે પડવું બીજા પરિમિત કુદ્રતી કા-
રણોની કૃતિનું પરિણામ છે; અને જે કારણનું કાર્ય એ હતું કે તે આ-
દમી બહાર જવા નીકળ્યો તેનાથી માંડીને જે કારણનું કાર્ય એ થયું
કે તે તે ઝાડ તળે જઈ ઊભો તેઓની વચમાં કારણો અને કાર્યો હાર-

બંધ એક પછી એક સ્વાભાવિક અનુક્રમે પ્રવૃત્તાં તેઓમાં છેલ્લું પદ તેની તે ઝાડ તથા સ્થિતિ છે.

પરંતુ, જે કારણો અને કાર્યોની લાંબી અને ભેળસેળ થયેલી હાર-વડે તે ઝાળી તે માણસ ઉપર પડી તેની ગુંચ આપણે છોડવી શકતા નથી (એટલે જેનું સ્પષ્ટ જ્ઞાન મેળવી શકતા નથી) તેથી તેવા બનાવને આપણે આકસ્મિક બનાવ કહીએ છીએ.

૧. સૃષ્ટિના નિયમો (કાયદા); નિયમો, કારણો નહિ.

સંભાળપૂર્વક અને ફરી ફરીને કરેલા અવલોકનથી જ્યારે જણાય છે કે અમુક કાર્યનું હમેશ અમુક કારણ છે, કિંવા અમુક બનાવો સર્વદા તેના તેજ અનુક્રમે બને છે, ત્યારે એમ જરૂર સત્યને સૃષ્ટિના નિયમ (કુદ્રતી કાયદો) કહીએ છીએ. ઉદાહરણ, કોઈ ભારે વસ્તુને ટેકા ન મળે તો તે જમીન ઉપર પડે છે એ સૃષ્ટિનો નિયમ છે; સાધારણ હાલતમાં સીસું નરમ અને ભારે છે, અને ચક્રમક કડાણ અને બરડ છે, એ સૃષ્ટિનો નિયમ છે; કેમકે અનુભવ દર્શાવે છે કે ટેકા ન મળે તો ભારે ચીજો હમેશ પડે છે, અને સાધારણ અવસ્થામાં સીસું હમેશ નરમ અને ચક્રમક હમેશ કડાણ હોય છે.

કુદ્રતી પદાર્થોની શક્તિઓ અને ગુણોવિશે અને સૃષ્ટિના ક્રમવિશે જે જે આપણા જાણવામાં છે તેને સૃષ્ટિનો નિયમ યોગ્યતા સહિત કહી શકાય એ કહેવું ખરૂં છે. પરંતુ જે ઘણી વાર ભૂલી જવામાં આવે છે, તથાપિ યાદ રાખવા જોગ છે તે એ છે કે સૃષ્ટિના ક્રમનાં કારણો છે તેઓ સૃષ્ટિના નિયમો (કાયદા) નથી, પણ તે ક્રમમાંથી જેટલું આપણા જાણવામાં આવ્યું તેટલું કહેવાનો માત્ર પ્રકાર છે. માણસો કોઈ વેળા ખેરીકરાઈથી કહે છે તેમ ઉપર કહ્યો તે નિયમપ્રમાણે પથરા જમીન ઉપર પડતા નથી; પથરા વગેરે ભારે વસ્તુઓને પૃથ્વીના પૃષ્ઠ ઉપર ગતિ કરવાને છૂટ મળે છે, ત્યારે જે થયા વિના કદી રહેતું નથી (જે હમેશ બને છે) તે કહેવાનો પ્રકાર એ નિયમ છે.

ખરૂં એ છે કે, માણસો એકમેકપ્રત્યે વર્તવાનો માર્ગ દર્શાવવાને કાયદા કરે છે તેને આ બાબતમાં સૃષ્ટિના કાયદા મળતા છે. કર આ-

પવાવિષે કાયદા છે, અને ચોરી કે ખૂનની વિરુદ્ધ કાયદા છે; પરંતુ કોઈ માણસ કર આપે છે તેનું કારણ કાયદો નથી, તેમજ ચોરી કે ખૂન કરતો નથી તેનું કારણ કાયદો નથી. આપવાનો કર જે નહિ ભરે, અથવા ચોરી કે ખૂન કરે તેને શું થશે તેનું વર્ણન માત્ર કાયદો છે; તે આદમી કર આપે છે, કે ગુનો કરતો નથી તેનું કારણ (વધારે સારો હેતુ ન હોય તો) પરિણામે થનારું ભય છે, અને તે તે વર્ણન માનવાનું કાર્ય છે. અમુક અવસ્થામાં મંડળી (કે સરકાર) શું કરશે તે ધારવું એ માણસનો કાયદો (નિયમ) જણાવે છે; અને અમુક અવસ્થામાં સ્વાભાવિક પદાર્થો શું કરશે તે ધારવું એ સૃષ્ટિનો કાયદો (નિયમ) જણાવે છે. પ્રત્યેક આપણી બુદ્ધિને કંઈ જણાવે છે, અને તેથી આપણું મન જેટલું વળે (આપણા મનપર જેટલી અસર થાય) તે ઉપરાંત તે માત્ર સાદ કે લેખ છે.

માણસના અને સૃષ્ટિના નિયમોમાં (કાયદામાં) એટલું મળતાપણું છે, તોપણ તે એમાં કેટલાક મૂળ પ્રકૃતિભેદો છે તેઓ ઉપર નજર રાખવામાં ગદ્ગલત કરવી નહિ. પોતાની ખુશીમાં આવે તો માને કે ન માને એવાઓને કરેલી આજ્ઞાઓ (હુકમો) એ માણસનો કાયદો છે; અને તે કાયદો ત્રુટવાથી રદ થઈ જતો નથી. કુદ્રતી કાયદાનું એથી ઉલટું છે; તેઓ અજ્ઞાનથી પણ સૃષ્ટિના નિર્ધિકારી ક્રમ-સંબંધી પ્રતિજ્ઞાઓ છે; તે પ્રતિજ્ઞાઓ તે ક્રમ જણાવે છે એવું જ્યાંપર્યંત બતાવી શકાય ત્યાંપર્યંત તેઓ કાયદા છે. સૃષ્ટિના કાયદા ભંગ થાય કે અટકે એમ કહેવું વિપરીત છે. તે ભંગ થાય કે અટકે છે એ વાક્યનો વાસ્તવિક અર્થ એટલોજ કે અમુક સ્થિતિમાં તે કાયદાની પ્રતિજ્ઞા ખરી નથી; અને તે ઉપરથી સત્ય નિર્ણય એ થાય છે કે સૃષ્ટિના ક્રમનો ભંગ થતો નથી, પરંતુ તે ક્રમ શો છે તે કહેવામાં આપણી ભૂલ હતી. સૃષ્ટિનો ખરો નિયમ સર્વથા લાગુ પડે છે, તેને અપવાદ નથી.

વળી માનુષસંસારની હયાતીથી માનુષ કાયદા (ધારા કે નિયમો) ને જુદા પાડતાં તેઓ નિરર્થક છે. કુદ્રતી કાયદા (સ્વાભાવિક નિયમો) સૃષ્ટિનો સામાન્ય માર્ગ દર્શાવે છે. માનુષસંસાર તો સૃષ્ટિનો કિંચિત્ અંશ માત્ર છે.

૧૦ દુનિયામાં વ્યવહારોપયોગી કામો કરવાને સૃષ્ટિનું જ્ઞાન માર્ગદર્શક છે.

જે દૈવજ્ઞેએ કાંઈ બનતું નથી, પરંતુ સૃષ્ટિનો હરેક બનાવ કોઈ નિશ્ચિત ક્રમપ્રમાણે થાયછે, અને જે આપણે ચોક્કસ વચનોમાં સૃષ્ટિના ક્રમવિષે શીખી શક્યા છીએ તેનો સમાવેશ સૃષ્ટિના નિયમો (કુદ્રતના કાયદા) માં થાયછે તો તે નિયમોપ્રમાણે વર્તી શકવાને તેઓ-માંના જેટલા જાણી શકાય તેટલા જાણવાની ધણી ગરજ છે.

હર કોઈ આદમી કોઈ દેશમાં ત્યાંના કાયદાની જોડે નિસબત રાખ્યાવિના રહેવાનો પ્રયોગ કરવામાં ઝટ પીડામાં ડૂસાશે, અને તેને દંડ, કેદ કે ફાંસીની સજા થાય તોએ, સંભવ છે કે ડાહ્યા માણસો ગણશે કે પોતાની નાદાનીવડે તે સજાને પાત્ર થયો.

એજ પ્રમાણે હર કોઈ માણસ આ પૃથ્વીના પૃથ્વીપર સૃષ્ટિના કાયદા લક્ષમાં રાખ્યાવિના રહેવાનો યત્ન કરે તો તે ઘણા ટૂંકા વખત લગીજ જીવશે, અને તે ટૂંકા વખતનો ઘણોખરો ભાગ દુઃખમાં ગાળશે. સ્વાભાવિક નિયમોનું એક વિશેષ લક્ષણ એ છે કે તેઓ વગર સમને અને ફાજદારી કે દિવાની કામ ચલાવ્યા વિના અમલ કરેછે. માણસે હરાવેલા કાયદા અને સૃષ્ટિના નિયમોમાં એ ભેદ છે. ખરેખર સૃષ્ટિના કોઈક નિયમો પાળ્યાવિના કોઈથી અર્ધો દિવસ પણ જીવાય નહિ; અને સૃષ્ટિના નિયમો જાણવાને માણસો હજી જોઈએ એટલા ઉત્સુક નથી, તેથી હજારો મનુષ્યો પ્રતિદિન મરી જાયછે કે મહાદુઃખી અવસ્થામાં રહેછે.

જે કુદ્રતી પદાર્થોને હસ્તગત કરી ભેગા કરી શકીએ તેઓના ગુણોના જ્ઞાન ઉપર આપણા સકળ હુનરોનો અને ધંધાઓનો આધાર છે એ જાણવામાં આવી ચૂક્યું છે; અગર વધારે મોટા કુદ્રતી પદાર્થોપર તથા સૃષ્ટિમાં સામાન્ય કારણો અને કાર્યોના ચાલતા ક્રમપર આપણે પ્રત્યક્ષ સત્તા ચલાવી શકીએ નહિ, તોપણ એ પદાર્થના ગુણો અને તેઓની શક્તિઓનું તથા બનાવોના ચાલતા ક્રમનું જ્ઞાન હોય તો

તેથી હાનિકારક પરિણામથી આપણે ઉગરીએ અને ફાયદાકારક હોય તેનો લાભ મેળવીએ.

ઉદાહરણ—માણસોથી ઋતુઓમાં અથવા છોડવાને ઉછરવાની ક્રિયામાં ફેરફાર થઈ શકતો નથી, તથાપિ એ બાબતોમાં સૃષ્ટિનો ક્રમ જાણ્યાથી વાવવાની અને લણવાની ગોઠવણુ તે પ્રમાણે તેઓ કરી શકે. માણસના હુકમથી વા વાય નહિ. પરંતુ તે વાયછે તેવારે તેની જાણવામાં આવેલી શક્તિનો અને તેની સંભવિત દિશાનો લાભ વહાણુ હંકારવા અને પવનચક્કી ચલાવવામાં લઈ શકાયછે. માણસ વીજળીને અટકાવી શકતો નથી; તથાપિ તેનાથી હાનિ ન થાય એવું વાહકોવડે કરી શકાયછે. વાહકો બનાવવામાં ઇલેક્ટ્રિસિટીના કેટલાક કાયદાનું જ્ઞાન હોવું જોઈએ. વીજળી એ ઇલેક્ટ્રિસિટીનો દેખાવ છે. કહેવત છે કે અગાઉથી એતવું તે શસ્ત્ર સન્ન્યાં સરખું છે; અને ન્યારે આપણે સૃષ્ટિના પદાર્થો જોડે કામ પડેછે ત્યારે સૃષ્ટિના નિયમોનું જ્ઞાન હોવાથી શું બનવાની વધી રાખવી તેની અગમચેતી મળેછે.

૧૧. સાયન્સ ઇટલે અવલોકન, પ્રયોગ, અને તર્કથી મળેલું સૃષ્ટિના નિયમો (કે કાયદા) નું જ્ઞાન.

વસ્તુઓના કે વિષયોના સાધારણ જ્ઞાનને સાયન્સથી મળેલા જ્ઞાનથી જુદું પાડી શકાય તેમ નથી. તેમજ સાધારણ તર્ક અને સાયન્સ પ્રમાણે કરેલા તર્કમાં પણ ભેદ નથી. યથાર્થ કહીએ તો તમામ ખરેખર જ્ઞાન સાયન્સ છે; અને સંભાળથી કરેલો ખરાબર તર્ક તે બધા સાયન્સ પ્રમાણે થયેલો તર્ક છે. જે રીતે દરરોજ દરેક માણસ પોતાના જીવતરમાં અવલોકન અને પ્રયોગ કરેછે તેજ રીતે અવલોકન અને પ્રયોગ કરવાથી સાયન્સમાં મોટાં પરિણામ પ્રાપ્ત થાયછે. ફેર માત્ર એટલોજ કે સાયન્સના અવલોકન અને પ્રયોગ બારીક અને ચોક્કસ હોયછે. બાળકના હાથમાં નવું રમકડું આવેથી તે તેનાં લક્ષણો નિરખેછે અને તેના ગુણોના પ્રયોગ કરેછે; આપણે બધા હમેશ કોઈ કોઈ વસ્તુ કે બાબતપર અવલોકન અને પ્રયોગ કરીએ છીએ.

પરંતુ જેમણે ચોક્કસાધથી અવલોકન કરવાનો યત્ન કરી ક્યો નથી તેઓને એમ કરવું કેટલું કઠણ છે તે જાણી વિસ્મય લાગશે. હરકોઈ અતિ સાધારણ બનાવના ખરેખરા વર્ણનની પાસે પાસે હોય એવું વર્ણન પણ સોએ એક માણસ કરી શકતો નથી. એમ કહેવાનો અર્થ એ કે કાંઈક બન્યું છે અને અગત્યનું છે, તેને તે મૂકી દેશે; અથવા જે તેના જોવામાં આવ્યું નથી, પણ તે બન્યું હશે એવું અનુમાન અજાણે કરી તે બન્યાનું જાણાવશે કે સૂચવશે. જ્યારે બે સત્યવાદી સાક્ષીઓ ન્યાયની કચેરીમાં એક એકથી વિરુદ્ધ કહેશે ત્યારે બહુધા એવું નીકળી આવે છે કે જે તેમણે ખરેખર જોયું તેપરથી કરેલા અનુમાનને તે બેમાંનો એક અથવા બંને ગુંચવી નાંખી ભૂલ કરે છે. અ કસમ ખાઈ કહે છે કે જ્યારે તેનું ગળવું કાતર્યું. પણ એવું માલૂમ પડે છે કે અ ખરેખર જાણે છે તે એ છે કે જ્યારે જ તેની સોડે હતો તે વેળા કોઈનો હાથ પોતાના ગળવામાં તેને લાગ્યો; અને ચોરનાર જ ન હતો પણ સ હતો, તથાપિ અ અને સને તેમ કરતાં દીઠેલો નહિ. નિરીક્ષા કરવામાં જેઓ કેળવાયલા અનુભવી નથી તેઓ જે વાસ્તવિક જોય છે તેને તેપરથી કરેલા અનુમાન જોડે અતિ અજાણ રીતે ભેળા દે છે; અને કેળવાયલા અનુભવી અને સંભાળથી અવલોકન કરનારા પણ તેજ ભૂલમાં પડવાના ભયમાં સદા હોય છે.

સાયન્સી એટલે સાયન્સને માટે કે સાયન્સની રીતે કરવાની નિરીક્ષા પૂર્ણ અને ચોક્કસ હોઈ તેમાં અજાણે થઈ ગયેલાં અનુમાનો પણ હોતાં નથી.

સદ્ય પદાર્થોને જાણી જોઈને ભેગા કરેથી કે જુદા પાડેથી કે જે અવસ્થામાં તેઓ હોય તેમાં હરકોઈ પ્રકારે ફેરફાર કરેથી જે થાય તેની નિરીક્ષા કરવી તે પ્રયોગ કહેવાય છે. માટે પૂરી ચોક્કસ જાણાયલી કૃત્રિમ અવસ્થાઓમાં કરેલી સાયન્સની નિરીક્ષા એ સાયન્સનો પ્રયોગ છે.

પાણી કોઈવાર હરી જાય છે એ જ્ઞાન સાધારણ નિરીક્ષાથી થાય છે. કોઈ પૂરી ચોક્કસ અવસ્થામાં પાણી વિકાર પામી બરફ બને છે તે નક્કી કરવું એ સાયન્સી નિરીક્ષા છે. અતિ સાધારણ પ્રયોગથી જાણાય છે

કે લાકડું પાણીમાં તરેછે. સાયન્સી પ્રયોગ દર્શાવે છે કે તરવામાં તે પોતાના ભાર જેટલું પાણી ખસેડે છે.

સાયન્સી નિરીક્ષા અને પ્રયોગમાં અને સાધારણ નિરીક્ષા તથા પ્રયોગમાં જે પ્રમાણે ભેદ છે તેજ પ્રમાણે સાયન્સી તર્ક અને સાધારણ તર્કમાં ભેદ છે—એટલે તે જેમ અને તેમ ચોકસ હોવાનો યત્ન કરેછે; અને જેમ ચોકસ નિરીક્ષા કરવી કઠણ છે તેમજ ચોકસ તર્ક કરવો કઠણ છે.

સાયન્સી તર્કમાં ધણાક વિશેષ બનાવો ઉપરથી સામાન્ય નિયમો કાઢવામાં આવેછે; અને બ્યારે એ સામાન્ય નિયમો સિદ્ધ થાયછે ત્યારે જેમ રોજના સંસારવ્યવહારમાં નિર્ણય કરવામાં આવેછે તેમ તેઓ ઉપરથી કરવામાં આવેછે. કોઈ છોકરો કહેછે કે “ મંજા (લખોટા) કઠણ છે, ” ત્યારે જે મંજા તેના જોવામાં આવેલા અને તેને કઠણ લાગેલા તે ઉપરથી તેણે મંજાવિષે સામાન્ય નિર્ણય કર્યો. અને તર્કશાસ્ત્રમાં જેને “ ઇન્ડક્શન, ” એટલે “ વિશેષો ઉપરથી સામાન્ય અનુમાન કરવાની રીત, ” કહેછે તેપ્રમાણે તેણે તર્ક કર્યો. જે તે મંજાને પોતાના દાંતવતે ભાગવાની ના કહે તો તેનું કારણ એ કે જાણીને કે અંજાણે એથી ઉલટી ક્રિયા જે “ ડિડક્શન ” એટલે સામાન્ય નિયમ ઉપરથી વિશેષ અનુમાન “ મંજા એટલા કઠણ છે કે દાંતવડે ભાગે નહિ, ” તે કરેછે.

તમે તર્કશાસ્ત્રનો અભ્યાસ કરશો તેવારે તર્ક કરવાની રીતનું તમને વધારે જ્ઞાન થશે, તે શાસ્ત્રનો એ વિષય છે. સૃષ્ટ પદાર્થોની વર્તણૂકવિષે અગણિત નિરીક્ષાઓ અને પ્રયોગોવડે મેળવી એકઠા કરેલા સામાન્ય નિયમો છે તેઓજ સ્વાભાવિક એટલે સૃષ્ટિનાં નિયમો કે કુદ્રતના કાયદા છે એટલું હાલ જાણવું બસ છે; અથવા ખીજા બોલોમાં કહીએ તો તેઓ તે નિરીક્ષાઓ અને પ્રયોગો ઉપરથી કાઢેલા નિર્ણયો છે. સાયન્સનાં વ્યવહારગમ્ય અને વ્યવહારાગમ્ય પરિણામો આ સામાન્ય નિયમો ઉપરથી ડિડક્શન તર્કથી કાઢેલાં ફળો છે.

એપરથી જણાય છે કે લોકો કોઈવાર ધારેછે તેમ સાયન્સ અને સાધારણ જ્ઞાન કે સમજણ એક એકથી વિરુદ્ધ નથી, પરંતુ સાધારણ

જ્ઞાન અથવા સમજણને પરિપક્વ કે પરિપૂર્ણ કરવાથી તે સાયન્સ થાયછે. ઘણીજ સંભાળથી કરેલો સાધારણ તુર્ક તેજ સાયન્સનો તર્ક છે, સાધારણ જ્ઞાન જેમ જેમ વધારે ચોકસ અને પૂર્ણ થાયછે તેમ તેમ તે સાયન્સનું જ્ઞાન થાયછે.

માટે સાધારણ જ્ઞાનને માર્ગે સાયન્સને પહોંચાય છે; સંભાળથી કરેલા અવલોકન અને પ્રયોગવડે તે જ્ઞાનમાં આપણે વધારો કરવો જોઈએ, અને સામાન્ય નિયમો કે કુદ્રતના કાયદાના રૂપમાં તે શોધનાં પરિણામોને બરાબર કેમ જણાવવાં તે શીખવું જોઈએ; છેલ્લે, એ નિયમો ઉપરથી ચોકસ તર્ક કરતાં શીખવું જોઈએ, અને એમ સૃષ્ટિના દેખાવનો તર્કજ ખુલાસો મેળવવો કે તે સંસારમાં જોઈએ તે-ટલો માર્ગદર્શક થાય.

૨. ભૌતિક પદાર્થો.—અ. સ્વનિજ વસ્તુઓ.

૧૨. સ્વાભાવિક પદાર્થ પાળી.

સાધારણ સ્વાભાવિક પદાર્થોમાંનો અતિ સાધારણ પદાર્થ પાણી છે; પ્રતિ દિવસે પ્રત્યેક માણસ તેનો કોઈ કામમાં ઉપયોગ કરેછે; અને તેનેલીધે દરેક જાણુને તેવિષે જોવી તેવી કાંઈ ખબર—સાધારણ જ્ઞાન—છે. તથાપિ પૂરો સંભવ એવો છે કે આ જ્ઞાનના ઘણાક ભાગપર તે કદી લક્ષ આપતો નથી; અને એ નક્કી છે કે પાણીવિષે જેટલું જાણી શકાય તેટલું શીખવાની જેમણે કોશિશ કરી નથી તેઓ તેની ઘણીક શક્તિઓ અને ગુણો તથા સૃષ્ટિના જે નિયમોને દર્શાવેછે તેઓથી તે અજાણ્યો હશે; અને તેનેલીધે ઘણીક ખાખતો, જેનો ખુલાસો સહેલો છે તે, તેના સમજવામાં આવતી નથી. માટે આપણે સાયન્સનો આરંભ પાણીના અભ્યાસથી કરીએ તોએ હીક છે.

૧૩. પાળી ભરેલું કાચનું પ્યાલું.

ધારો કે આપણીપાસે અર્ધેસૂધી પાણીથી ભરેલું કાચનું પ્યાલું છે. એ પ્યાલું કૃત્રિમ વસ્તુ છે (કલમ ૫); અર્થાત્ કેટલીક સ્વાભાવિક વસ્તુઓને ભેગી કરી એટલી તપાવી કે તેઓ ઓગળી જઈ તેઓનો

કાચ બન્યો છે અને એ કાચને કારીગરે ખ્યાલાનું રૂપ આપ્યું છે. પણ પાણી તો સ્વાભાવિક વસ્તુ છે, અને તે કોઈ નદી, તળાવ, કે ઝરામાંથી (કૂવામાંથી) આવ્યું છે; અથવા કોઈ ઘરને છાપરેથી વરસાદનું પાણી ટાંકામાં લીધેલું તેમાંથી આવ્યું છે. હવે જુઓ પાણીમાં પુષ્કળ ખાસ ગુણો છે. ઉદાહરણ, એ પારદર્શક છે તેથી તમે તેની અંદર જોઈ શકો છો; એ ટાટું લાગેછે; એથી તરસ મટેછે અને એમાં ખાંડ ઓગળી જશે. પરંતુ આરંભ કરવાને તેનાં વધારે અનુકૂળ લક્ષણો એ નથી.

૧૪. પાણી જગ્યા કે અવકાશ રોકેછે; તે અવરોધ કરેછે; તેને ભાર છે; અને તેને મળેલી ગતિ તે વીજાને આપી શકેછે; એમટે તે પદાર્થનું એક રૂપ છે.

આપણે જોઈએ છીએ કે ખ્યાલાની અંદરના ભાગમાં તેની અર્ધી ઊંચાઈ લગી પાણી ભરેલું છે, માટે તેટલો અવકાશ તેણે રોક્યો છે, કે તેટલું તેનું કદ છે. લગભગ એટલાજ કદના ખીન્ન ખ્યાલાને તળીઆ ભણીથી એ પાણીવાળા ખ્યાલામાં મૂકશો તો તમને માલૂમ પડશે કે તેનું તળીયું પાણીને લાગતાં પાણી તેને અવરોધ કરી નીચે જતું અટકાવેછે, અને કેટલુંક પાણી બહાર નીકળી ન જાય તો ખીન્ન ખ્યાલાનું તળીયું અંદર ઉતરી શકશે નહિ. જે માણસ ઊંચેથી પાણીમાં પડેછે તેને પાણી ઉપર પહોંચતાં સામો ધક્કો લાગતો માલૂમ પડેછે. માટે પાણી અવરોધ કરેછે.

ખ્યાલામાંનું પાણી ઢોળી દેઈએ તો તે (ખ્યાલું) અગાડ કરતાં હલકું લાગે; માટે પાણીને ભાર છે.

અને વળી થોડા આધારે ઊંભેલી વસ્તુ ઉપર એ પાણીને ફેરો તો તેની જોડે અથડાઈ પાણી તેને પાડી નાંખશે. અર્થાત્ પાણીને ગતિ આપવાથી તે પોતાની ગતિ ખીન્નને દેઈ શકેછે.

આ સઘળા બનાવો કાર્યો છે અને તેઓનું કારણ ઉપર કહેલી અવસ્થામાં રહેલું પાણી છે, માટે તેઓને પાણીના ગુણો (§ ૪) કહી શકાય.

જે જે વસ્તુઓ અવકાશ રોકેછે, અવરોધ કરેછે, ભારે છે, (જેને ભાર કે વજન છે), અને જે બીજા સાથે અથડાતાં તેને પોતાની ગતિ આપેછે તે ભૌતિક વસ્તુ, દ્રવ્ય, કે પદાર્થ છે.

૧૫. પાણી પ્રવાહી છે.

તમે સહેલથી અવલોકી શકશો કે પાણી અવકાશ કે જગ્યા રોકેછે, તોપણ તેને પરિમિત આકાર નથી, પરંતુ જે પાત્રમાં તે હોય તે પાત્રના આકાર જેવોજ બરાબર તેનો આકાર થાયછે. આલું નળાકાર હોય અને તેને ઊંચું મૂક્યું હોય તો તેમાંના પાણીના મથાળાના આકાર ગોળ હોયછે, અને ખાલાને વાંકું કરતા જાઓ તેમ તેમ તેનો આકાર, કાંઈ પણ તૂટ કે અંતરાળ વિના વધારે વધારે અંકાકાર થતો જશે; અને હરકોઈ જે આકારના પાત્ર કે વાસણમાં તમે પાણીને રેડશો તેની બાજુઓ તે વાસણની માંહેની બાજુઓને પૂરેપૂરી બેસતી આવશે. તમે તમારી આંગળીને પાણીમાં બોળી તેમાંહે ફેરવશો તો તે બધીતરફ ફરી શકશે અને ભાગ્યે કાંઈ અવરોધ જાણશે. આંગળી બહાર કઠાડી લેશો તો પાણીમાં ખાટો રહેશે નહિ; આસપાસનું પાણી આંગળીએ રોકેલી જગ્યા પૂરી દેવાને દોડી આવશે. જે બધાં આંગળાં એક એકને ઘણાં પાસે અડાડી ન રાખે તો પાણી આંગળાંમાં રહેશે નહિ, કેમકે આંગળાંના વચગાળામાંથી તે નીકળી જશે; ટકી રહે એવો તમે પાણીનો ઢગલો નહિ કરી શકો. આ સર્વ દર્શાવે છે કે પાણીના ભાગો એક એકની ઉપર ઘણી સહેલાઈથી ચતિ કરી શકેછે. પાણીવાળા ખાલાને એક ભણી નમાવતાં પણ તેજ માલૂમ પડેછે. એમ નમાવવાથી તેની એક બાજુની કોર કરતાં પાણીની સપાટી તે કોરથી ઊંચી થાયછે, અને તે બિંદુએ પાણીને કેટલેક દરજે ખાલાનો આધાર રહેતો નથી. સાર પછી પાણીની ધાર વહી ભોંય પડેછે, ત્યાં તે પ્રસરે છે, અને નીચામાં નીચી તેનાથી જઈ શકાય તે જગ્યાએ જાયછે, અથવા આસ્તે આસ્તે ભોંયની ફાટોમાં ઉતરી જાયછે.

એમ પાણીના ભાગો એક એકના ઉપર ચડી જાયછે કે એક એ-

કથી ખશી જાયછે, તથાપિ કેટલીક હદમાં તે એક એકને વળગી રહેછે. પાણીના જૂથને આંગળી વતી અડકાએ તો તેમાંનું થોડું તેને વળગી રહેછે; અને આંગળીને હળવે રહીને સંભાળથી ઊંચકીએ તો પાસેનું પાણી જોડે ઊંચું ચડી નાજુક સ્તંભ ભાગ્યા પહેલાં એટલી લંબાઈનો થશે કે જોઈ શકાય. તેમજ રાત્રે મસ ઝાકળ પડી હોય તો પરોઢીઆમાં ઝાડોનાં પાંદડાં ઉપર તથા ઘાસની પાંદડીઓ ઉપર તેના મોતીઆ (ગોળ ટીપાં) બાજેલા દેખાયછે તેના ભાગો પણ એમ એક એકને વળગી રહેછે.

જે ભૌતિક વસ્તુઓના ભાગો એવા ખશી શકે કે જે વાસણમાં તેઓ હોય તેની માંહેની બાજુઓને પૂર્ણ એસતા આવે, અને બ્યારે તેઓને આધાર ન હોય ત્યારે વહી જાય તે વસ્તુઓને પ્રવાહી* કહેછે; અને જે પ્રવાહીના ભાગો એક એકથી છૂટા પડી ન જતાં પાણીના ભાગોની પેઠે એક એકને વળગી રહેછે તેઓ† રેલો ચાલે તેવા પ્રવાહી કહેવાયછે.

એ માટે પાણી રેલો ચાલે તેવું પ્રવાહી છે.

૧૬. પાણી લગભગ અસંકોચનીય છે.

જેવામાં આવ્યું કે બીજા સર્વ ભૌતિક પદાર્થોની પેઠે પાણી પોતે જે જગ્યા રોકેછે તેમાં બીજી કોઈ વસ્તુને પેસવા દેવામાં અવરોધ કરેછે. પરંતુ ઘણીક વસ્તુઓ અવરોધ કરેછે તેમ છતાં તેઓને દાખીને કે સંકોચીને નાના કદની કે ઓછી જગ્યા રોકે તેવી કરી શકાયછે. પાણીને તો એમ થઈ શકતું નથી; બીજા પ્રવાહીઓની માફક તે લગભગ અસંકોચનીય છે. લગભગ કહેવાનું કારણ એ કે તેના કદને બદલી શકાય એટલું નાનું કરવાને (ઓછી જગ્યા રોકતું કરવાને) બહુજ દબાણની જરૂર પડેછે. લોહને દબાવવામાં જેટલી મુશ્કેલાઈ છે તેટલીજ પાણીનેવી દેખાઈતી નરમ ચીજને દબાવવામાં મુશ્કેલી

* ઈંગ્રેજીમાં એને “ફ્લુઇડ” કહેછે અને તેના પેટામાં વાયુરૂપ અને જળરૂપ પદાર્થોનો સમાવેશ થાયછે.

† રેલો ચાલે એવા પ્રવાહીને ઈંગ્રેજીમાં “લિક્વિડ” કહેછે.

છે એ નવાઈ જેવું લાગે; પણ સહેલાઈથી પાણી પોતાનો આકાર બદલી શકે છે તેણે કરીને તે નરમ દેખાય છે; અને જો તેને તેનો આકાર બદલવા દેવામાં ન આવે તો તેના ભાગોને એક એકની વધારે પાસે ધકેલવા એ બહુ મુશ્કેલ છે. એવું સિદ્ધ થયું છે કે બંધીઆર સ્થળમાં પાણીને રાખવામાં આવે તો તે સ્થળના દર સમયોરસ ઇંચે પંદર પૌંડના દબાણથી તેમાંના પાણીનો $\frac{૧}{૧૦૦૦૦}$ મો ભાગ સંકોચાય છે. સાધારણ પીચકારી લેઈ તેના ઘાંડાને દટો બરોબર બેસતો આવે એવો કરી તેવડે તેના નોકના કાણાને માર્ગે તેમાં પાણી ખેંચી તેને ભરો, પછી નોકને ઉપલી મેર કરી ઘાંડાને ધકેલી થોડું પાણી ઊરાડો; એથી નક્કી થશે કે પીચકારીમાં પાણી વિના બીજું કંઈ નથી. હવે નોકના કાણાપર તમારી આંગળી એટલા જોરથી ચાંપી રાખો કે તેમાંથી પાણી નીકળી શકે નહિ, અને પછી બીજે હાથે ઘાંડાને અંદર ધકેલો. તમને માલૂમ પડશે કે ઘણું જોર કર્યા વિના તમે તેને અંદર પેસાડી શકશો નહિ; અને નજરે પડે એટલો ખસશે તો તેનું કારણ એ કે થોડા પાણીએ તેના દટાની બાન્ધૂએથી ઉપર જઈ માર્ગ કરી આપ્યો. બરોબર, જો પીચકારીના દટાનું પાણીને લાગેલું પૃષ્ઠ એક સમયોરસ ઇંચ હોય અને પીચકારીની નળીમાં બરાબર બેસતું હોય તથા તે નળીમાં પાણીનો સ્તંભ એક ઇંચ લાંબો હોય તો તે દટાને એક દશાંશ ઇંચ નીચે ધકેલવાને (એટલે તે પીચકારીમાંના પાણીને એક દશાંશ સંકોચવાને) ૩૦૦૦૦ પૌંડ (૭૫૦ મણ) નો ભાર લૂગાડવો પડે.

૧૭. ભારનો અર્થ.

હવે આપણે ભાર કે વજનવિષે વિચાર કરીએ. જ્યારે કોઈ ચીજને ભોંય ઉપરથી ઉપાડવામાં કે હાથમાં ઝાલી રાખવામાં મહેતન લાગે છે તેવારે આપણે કહીએ છીએ કે તે ચીજને ભાર છે. અથવા વળી ભોંયથી કેટલેક ઊંચે કોઈ વસ્તુ કોઈને આધારે રહી હોય તે આધાર જવાથી તે વસ્તુ પડે છે ત્યારે આપણે કહીએ છીએ કે તેને વજન છે. ભોંય એ પૃથ્વીનું પૃષ્ઠ માત્ર છે; અને વજનદાર એટલે જેને ભાર છે એવા સઘળા પદાર્થોને કોઈ ટેકાવડે લાંથી દૂર રાખ-

વામાં નથી આવતા ત્યારે તુરત તેઓ પૃથ્વીના પૃષ્ઠ ભણી પડેછે તે ઉપરથી આપણે કહી શકીએ કે બધા વજનદાર પદાર્થોનું વજન એ પ્રમાણે પડવાનું છે. પૃથ્વીના પૃષ્ઠના હરકોઈ ભાગપર એ પ્રયોગ કરેલાં એજ પ્રમાણે થવાનું. વરસાદ પાણીનાં ફેરાં કે ટીપાંનો અનેજો હોયછે, અને શાંત હવામાં એ ફેરાંને અહીં પડતાં જોઈએ કે અમેરિકામાં પડતાં જોઈએ તેમાં કાંઈ ફેર પડે નહિ; ફેરાં જમીન ભણી સીધાં પડેછે. પણ આપણે જાણીએ છીએ કે પૃથ્વી ગોળા છે અને અમેરિકા આપણી સામી બાજુએ છે, અથવા પૃથ્વીના ગોળાને સામે પડખે અમેરિકા છે, માટે જો એકે વખતે આપણા દેશમાં અને અમેરિકામાં વરસાદ વરસેછે તો તેનાં ફેરાં સામ સામી દિશામાં એક એકની ભણી પડે; એટલે એ બેની વચ્ચે પૃથ્વીનું મધ્યબિંદુ છે તેની ભણી પડે. ખરેખર એ છે કે સઘળા ભારવાળા પદાર્થોનું વજન પૃથ્વીના મધ્યબિંદુ ભણી પડવાનું છે—અર્થાત્ જો કાંઈ નડતર ન હોય તો તેઓ એ પ્રમાણે પડેછે; અને જ્યારે આપણે ભાર કે વજનવિષે બોલીએ છીએ ત્યારે આપણા બોલવાનો અર્થ એ પડવાનું વજન છે. કાંઈ વસ્તુને ભારે કહેવી એનો અર્થ એજ કે જો તેને આધાર નહિ હશે તો તે ભોંયે પડશે એવું આપણે પૂરેપૂરું ધારીએ છીએ; અથવા જો આપણે પોતે તેને ટેકવીએ તો આપણે મહેનત પડ્યાનું લાગશે.

૧૮. ગુરુત્વ અને ગુરુત્વાકર્ષણ.

ગુરુત્વનો મૂળ અર્થ ભાર હતો, અને જે પદાર્થને ભાર હોય છે તેનાપર પૃથ્વીના કેંદ્ર ભણી ગુરુત્વાકર્ષણ થાયછે એમ કહેવાયછે. પણ હવણાં ગુરુત્વનો અર્થ ભારથી વધારે બહોળો કરવામાં આવેછે, કેમકે અસંખ્ય નિરીક્ષાઓથી અને પ્રયોગોથી એવો સામાન્ય નિયમ કે સૃષ્ટિધર્મ (કુદ્રતી કાયદો) સિદ્ધ થયોછે કે પ્રત્યેક ભૌતિક દ્રવ્યનું વળણ પ્રત્યેક બીજા ભૌતિક દ્રવ્યની પાસે જવાનું છે; જેમ વરસાદનું ફેર પૃથ્વી ભણી આવેછે તેમ હરકોઈ ભૌતિક દ્રવ્ય બીજા હરકોઈ ભૌતિક દ્રવ્ય ભણી જાયછે. કોઈ અટકાવનાર વચ્ચેમાં ન હોય તો હરકોઈ, ગમે તે જાતનાં, દ્રવ્યોના બે અંશ એક એકની તરફ જશે એ સત્ય છે.

આનો ખુલાસો કરવાને ધારે કે પાણીનાં એ ગોળ ટીપાં એજ માત્ર આખા વિશ્વમાં ભૌતિક પદાર્થો છે અને તેમાંના દરેકના વ્યાસની લંબાઈ એક દશાંશ ઇંચ. એથી બેઉ કદમાં અને દ્રવ્યના સમૂહમાં બરોબર હોવાનાં. એ બેની વચ્ચે છેટું ગમે એટલું હોય તો પણ તેઓ એક એકની બાણી આવવા માંડવાનાં; અને પ્રત્યેકની ગતિનો વેગ થોડે થોડે વધતો જઈ અંતે તેઓ મળશે. જે બિંદુમાં તેઓ મળશે તે તેઓનાં મૂળસ્થળોના અંતરને પૂર્ણ અર્ધ ભાગે હોવાનું. પરંતુ એ બેમાંના એકનું કદ ખીન્નથી વધાડે મોટું હોય તો મોટા ટીપાની ગતિનો વેગ ઓછો હોઈ તેઓના મેલાપનું બિંદુ મોટાના મૂળસ્થળની તેટલું પાસે હોવાનું. તો જો એ બેમાંનું એક ટીપું પૃથ્વી જેવડું મોટું હોય અને ખીજું ઉપર ધાર્યું તેવડું હોય—વરસાદનાં ફેરાં જેવડું તો બંને જેટલા અંતરમાં ચાલ્યાં તેમાંનું મોટાએ ચાલેલું અંતર આપણા ધ્યાનમાંએ ન આવી શકે એટલું થોડું હોવાનું. મોટું ટીપું સંપૂર્ણ સ્થિર હોય અને નાનાને પોતાની બાણી ખેંચી લીધું એવું દીસે.

ન્યારે વાદળામાંથી વરસાદનું ફેરું પૃથ્વી ઉપર, કહો કે એક મેલને છેટેથી, પડે છે ત્યારે એવુંજ બને છે. પૃથ્વી અને ફેરાનાં મધ્ય બિંદુઓને જોડનારી સીધી લીટીમાં જેમ ફેરું પૃથ્વી બાણી આવે છે તેમ પૃથ્વી તેની બાણી જાય છે. પરંતુ એ લીટીમાંના જેટલા ભાગપર પ્રત્યેક ગતિ કરે છે તેની લંબાઈ તેઓના દ્રવ્યસમૂહના ફૂલટા પ્રમાણમાં છે, અર્થાત્ જેમાં એ સમૂહ જેમ વધારે તેમ તેણે ચાલેલા અંતરની લંબાઈ ઓછી. માટે આપણે ત્રિરાશિનો દાખલો કરવાનો છે. જેમ પૃથ્વીનો દ્રવ્યસમૂહ ફેરાના દ્રવ્યસમૂહને છે, તેમ એક મેલ પૃથ્વી એ ચાલેલા અંતરને છે. આ હિસાબ કોઈ ગણે તો તેને માલૂમ પડે કે આ પ્રમાણનું ચોથું પદ લક્ષમાં નહિ આવે એટલું નાનું એક ઇંચનો અંશ છે. એમ હોવાથી બધા વ્યવહારિક અર્થે સર્વ પડતા પદાર્થોના સંબંધમાં પૃથ્વીને સ્થિર ગણી શકાય, કેમકે પૃથ્વીમાં જેટલો દ્રવ્યસમૂહ છે તેને મુકાબલે હરકોઈ પડતા પદાર્થનો દ્રવ્યસમૂહ કાંઈ લેખામાં નથી.

જે પાણીનેસાર ખરૂં છે તે, આપણા જાણવામાં છે તેટલેસૂધી, સઘળી જાતોના દ્રવ્યનેમાટે ખરૂં છે, અને તેઉપરથી આપણે કહીએ છીએ કે સર્વ પ્રકારના દ્રવ્યને ગુરૂત્વ છે એ સ્થિતિનો નિયમ છે; એનો અર્થ એ કે હરકોઈ એમાંના દરેકને ખીજની ભણી જવાનું વલણ છે, અને જેનામાં દ્રવ્યસમૂહ ખીજથી જે પ્રમાણમાં વધારે તે પ્રમાણમાં તેની ગતિનો વેગ ઓછો; અને તે એ પદાર્થો જેમ પાસે આવતા જાયછે તેમ એ વેગ થોડે થોડે વધે છે.

જેને એ ગુરૂત્વાકર્ષણનો નિયમ કહેછે તે આવા જોવામાં આવેલા બનાવોનું કથન ખીજ અને વધારે સંપૂર્ણ રૂપમાં છે. (પદાર્થ-વિજ્ઞાનનું પ્રથમ પુસ્તક જુઓ.)

૧૯. ભારનું કારણ; આકર્ષણ; બળ.

પદાર્થોમાં ભાર છે તેનું કારણ આપણા જાણવામાં બિલકુલ નથી. ગુરૂત્વાકર્ષણના નિયમનેલીધે પદાર્થો પડતા નથી (§ ૯); અને તેઓ શાવાસ્તે પડેછે તેનો ખુલાસો તેઓના ગુરૂત્વથી પણ થતો નથી. આગળ જણાવ્યું તેમ ગુરૂત્વ એ માત્ર ભારનું ખીજનું નામ છે, અને ગુરૂત્વાકર્ષણના નિયમના પદાર્થો શીરીતે એક એકની કને આવેછે તેનું કથન માત્ર છે, તેઓ શામાટે એમ કહેછે તે તેનાથી જણાતું નથી. ધણીવાર કહેવામાં આવેછે કે ગુરૂત્વાકર્ષણ એ આકર્ષણ છે, અને પદાર્થો પૃથ્વી ઉપર પડેછે, કારણ કે પૃથ્વી તેઓને આકર્ષે છે. પણ આકર્ષવાનો અર્થ માત્ર ખેંચવું છે, અને આકર્ષણનો માયનો “ ખેંચાણ ” ઉપરાંત વધારે નથી; અને એ પદાર્થો એક એકની તરફ જાયછે ત્યારે તેઓ એક એકની ભણી “ ખેંચાય ” છે એમ કહેવું એ તો માત્ર બનાવને વર્ણવવું છે, અને તેથી આપણા જ્ઞાનમાં આગળ કરતાં કોઈ વધારો થતો નથી, જે સંભાળ ન લઈએ તો ઉલટો એથી આપણા જ્ઞાનમાં ઘટાડો થાય. કેમકે “ ખેંચવું ” એ બોલનો સંબંધ દોરડાં, આંકડા, અને તાણવાની જોડે એટલો પાસે છે કે આપણા મનમાં સહેલથી એવી કલ્પના ઊઠે કે એક એકને આકર્ષણ કરનારા પદાર્થોની વચ્ચે એને મળતાં કોઈ અદૃશ્ય સાધનો કે ચંત્ર-સામગ્રી હશે.

વળી ગુરત્વાકર્ષણને બળ કહેવામાં આવેછે; અને બળ શબ્દ ધણો સાધારણ વપરાતો છે તેથી તેનો અર્થ આપણે શો કરીએ છીએ તેનો ખુલાસો કરીએ. ન્યારે કોઈ આદમી કોઈ વસ્તુને હડસેલીને કે તાણીને તેનાઉપર દબાણ કરેછે કે તેને ગતિ આપેછે ત્યારે તેને બળ લગાડ્યું કહેવાયછે. કુસ્તી કરનારનું બળ તેના વળગવામાં જણાયછે; દડો ફેંકનારનું બળ દડાની ગતિની શીઘ્રતાથી માલૂમ પડેછે.

માટે જે ગતિનું કારણ છે (જેવડે ગતિ ઉત્પન્ન થાયછે), અથવા દબાણનું સાબતમાં જેનું વલણ ગતિ ઉત્પન્ન કરવાનું છે તેનું નામ આપણે બળ પાડ્યું છે. માટે ગુરત્વબળ એટલે જે પદાર્થોને ગુરત્વ છે તેઓને આપણે આધાર આપીએ છીએ ત્યારે જે દબાણ આપણને લાગેછે તેનું કારણ, તથા ન્યારે તેઓને ગતિ કરવાને છૂટ હોયછે ત્યારે પૃથ્વીના મધ્યર્થિદુ ભણીની તેમની ગતિનું કારણ; તથાપિ આ બનાવોનું આ જે કારણ છે તેજવિષે (આ કારણવિષે) આપણે કોઈ જાણતા નથી.

સ્વાભાવિક વસ્તુઓથી અને જે કારણો અને કાર્યોની શ્રેણી નિરીક્ષા થઈ શકે તેવી છે તેઓથી જાણે ભિન્ન હોયલી ચીજોનાં નામો હોય તેમ ગણી આકર્ષણ અને બળ જેવા શબ્દોના યથાર્થ ઉપયોગ કરવાથી ઘણીક લાભિ થાયછે; વાસ્તવિક કહેતાં તેઓ તો કેટલાક બનાવોનાં અજણાયલાં કારણોનાં નામ માત્ર છે. સાએન્સના અભ્યાસને આરંભે આવિષે સ્પષ્ટ વિચાર સંપાદન કરવાને શ્રમ કરવો જોગ્ય છે.

તો આપણે યાદ રાખીએ કે આપણા જાણવામાં એટલું આવ્યું છે કે દરકોઈ એ ભૌતિક પદાર્થો, તેઓને ગતિ કરવાને છૂટ હોય તો થોડું થોડું વધતી ઝડપથી એક એકની પાસે જાય એવો સૃષ્ટિનો નિયમ છે; અને તેઓનો મેળાપ થતાં અગાઉ પ્રત્યેક જેટલું અંતર ચાલેછે તે તેના દ્રવ્યસમૂહના પ્રમાણથી ઉલટું છે. આ સામાન્ય સત્યનું નામ ગુરત્વાકર્ષણ છે; પાર્થિવ પદાર્થોના સંબંધમાં એ સત્યનું નામ ભાર છે; એ સત્યના નહિ જણાયલા કારણનું નામ આપણે બળ પાડ્યું છે, તેઓ માત્ર નામ છે અને વસ્તુઓ નથી એ યાદ રાખીએ ત્યાંજગી એ નામોથી જોડું પરિણામ ઉપજશે નહિ.

૨૦. પાણીનો ભાર તેના કદના પ્રમાણમાં છે.

એમ સામાન્ય ભારવિષે જ્ઞાન મેળવ્યા પછી હવે આપણે પાણીના ભારસંબંધી વિચાર કરીએ. આપણે કહીએ છીએ કે ખાલી પવાલાથી પાણી ભરેલું પવાલું વધારે ભારે છે, તેનું કારણ એ કે ખાલી પવાલાને ઉપાડવામાં જોટલી મહેનત પડે છે તે કરતાં ભરેલા પવાલાને ઉપાડવામાં વધારે મહેનત પડે છે. પવાલામાં જેમ પાણી વધારે તેમ તેને ઊંચકવામાં મહેનત વધારે લાગે છે. પાણીથી ભરેલો ઘડો એથી વધારે ભારે લાગે છે, પણ તેજ ઘડો ખાલી હોય છે ત્યારે હલકો લાગે છે; અને મોટો ગોળો ખાલી હોય છે તો ખસેડી શકાય છે, પણ પાણીથી ભરેલો હોય છે ત્યારે ખસેડી શકાતો નથી. એપરથી એમ જણાય છે કે પાણીનો સમૂહ કે જથ્થો એટલે કે જેમ વધારે તેમ તેનો ભાર વધારે અને જેમ તેનું કદ ઓછું તેમ તેનો ભાર ઓછો હોય છે. પરંતુ આપણી હચેળીમાં પાણીનું એક ટીપું મૂકીએ છીએ તો તે જરાએ ભારે લાગતું નથી. તથાપિ એમ હોય નહિ, કેમકે તે ટીપું ભોંયે ઝટ પડે છે, અને તેથી તેને વજન હોવું જોઈએ. વળી થોડાંક હળ્લર ટીપાંથી પવાલું ભરાય, અને એક હળ્લર ટીપાંમાં કાંઈ ભાર છે તો એક ટીપામાં તે ભારનો એક હળ્લરાંશ ભાર હોવાજ નોંધએ. સત્ય એ છે કે પાણી ઊંચકવાની મહેનતવડે ભારનું માપ માત્ર જેનું તેનું કાર્યું થઈ શકે, અને નાના ઓગળતો મુકાબલો તેવડે થઈ શકતો નથી એટલુંજ નહિ, પણ જો સહજ ભાર હોય તો તે જણાતોએ નથી. ભારવિષે ખરું જ્ઞાન તોળવાનું ઓગળર બનાવેલું હોય છે તેવડે મેળવી શકાય છે.

૨૧. તોળવું. ત્રાજવાં.

એ ઓગળરને આપણે ત્રાજવાં કે કાંટો કહીએ છીએ, અને બધી દુકાનોમાં તે હોય છે. એને એક દાંડી હોય છે તેને તેના વચલા ભાગથી ઊંચકી કે ટેકવી શકાય એવી જુક્તિ કરેલી હોય છે. એ દાંડીને પ્રત્યેક છેડે પદલું કે ઠામ બાંધેલું હોય છે. અને છેડાનાં પક્ષાં ખાલી હોય છે તે વારે એ દાંડી ક્ષિતિજસમસૂત્ર રહે છે (એટલે બરોબર

આડી રહેછે); પણ જેમાં ભાર હોય એવી કાંઈ ચીજ તેમાંના એકમાં મેલીએ છીએ એટલે તે નમે છે, અને બીજું ઊંચું ચડેછે. હવે જો તમે તે ખાલી પક્ષને નીચલી મેર ખેંચો કે દાખો તો ઢાંડી પાછી ક્ષિતિજસમસૂત્ર થાય અને સામેના હામમાં મૂકેલી વસ્તુ જેમ વધારે ભારે તેમ ઢાંડીને ક્ષિતિજસમસૂત્ર કરવાને મહેનત વધારે પડશે. એક હામમાં એક તોલો હોય તો બીજાને આંગળીવતી દાખી સહેલથી ઊંચું લાવી શકાય. એક શેરનેમાટે વધારે મહેનત પડે; દશ શેરનેમાટે હાથે દાખવું પડે; પચાસ શેરનેમાટે તેથી વધારે મહેનત પડશે; અને બસં શેર એક પક્ષમાં હોય તો બીજાને બહુ જોરથી દાખેથી પણ નમાવી શકાશે નહિ.

ધારો કે ખાલી પક્ષને દાખ્યાને બદલે તેમાં ભારવાળી કાંઈ વસ્તુ મેલીએ તો બીજા હામમાં જેટલો ભાર છે તેટલો તેમાં થાય એટલે ઢાંડી ક્ષિતિજસમસૂત્ર થાયછે. તો હવે એમ થયું કે એક પક્ષને પૃથ્વીના કેંદ્ર ભણીજવાનું જેટલું વલણ છે તેટલું બીજા પક્ષને છે, અને બંનેમાંનું હરકોઈ બીજાને ઉપર ખેંચ્યાવિના નીચે જઈ શકે નહિ, તેથી તેઓ એક એકના વલણને રદ કરેછે. એ સરખા કૌવતવાળા છોકરા એક એકને ખેંચતા હોય તેમ થાયછે; ત્યાંસૂધી સામસામી દિશામાં ખેંચાણુ સરખું હોયછે ત્યાંસૂધી એમાંના એકે છોકરો ખશી શકે નહિ; પરંતુ અતિ થોડા જોરના એકનામાં ઉમેરો થવાથી તે સામાવાળાને ખેંચી શકે.

૨૨. સરખી સ્થિતિમાં પાણીના સરખા કદ કે સમૂહનો ભાર સદા સરખો હોય છે. સમૂહ, ઘટલ.

હવે માપવાને આંકા પાડેલાં એ પાતળા કાચનાં ખાલાં લો, અને તેમાંનું એક ત્રાજવાના એક પક્ષમાં મૂકો અને બીજું બીજા પક્ષમાં મૂકો. એ પક્ષને સમતોલ કરવાને જેમાં ખુટતું હોય તેમાં કાંઈ વજન મૂકી ઢાંડી બરોબર ક્ષિતિજસમસૂત્ર રહે તેમ કરો. કાંટા સારો હશે તો એ બેમાંના હરકોઈ ખાલામાં પાણીનું એકજ ટીપું મૂકવાથી પણ

તેનું પશું નમશે, અને દર્શાવશે કે તે ટીપામાં ભાર છે. એક ખ્યાલાપર પાડેલા માપના અંકા ખરા હશે તો દાંડીને ક્ષિતિજસમસૂત્ર રાખવાને જેટલું પાણી એકમાં રેડશે તેટલુંજ બીજામાં રેડવું પડશે. એથી સ્પષ્ટ જણાય છે કે સરખી સ્થિતિમાં પાણીના સરખા સમૂહનો ભાર સદા સરખો છે.

૧૮ મી કલમમાં કહ્યું છે કે પદાર્થોમાં એક એકની ભણી સાપેક્ષ વેગથી જવાનું વલણ છે, અને તેઓના દ્રવ્યસમૂહના કિલટા પ્રમાણમાં એ સાપેક્ષ *વેગ છે. * પણ એ દ્રવ્યસમૂહનું માપ આપણે શી રીતે કરવું ? જેટલો અવકાશ રોકે તે ઉપરથી કરવું ? એટલે તેના કદવડે ? અથવા પદાર્થના ભારવડે તેના દ્રવ્યસમૂહનું માપ કરવું ? તમે થોડી વારમાં શીખશે કે પદાર્થોના કદમાં તેઓ ઉપર બીજા પદાર્થોના દબાણના ફેરફાર પ્રમાણે સદા ફેરફાર થાયછે, અને વિશેષે કરીને જે તાપ તેઓને લાગેછે તેમાં વધ ઘટ પ્રમાણે તેઓનાં કદ વધેછે કે ઘટેછે; પરંતુ તેના તેજ પદાર્થોનો ભાર પૃથ્વીના પૃથ્થના તેના તેજ ઊંદુપર કદી બદલાતો નથી, માટે કોઈ પદાર્થમાં દ્રવ્યસમૂહ કેટલો છે તેનું માપ તેના ભારવડે કરી શકીએ; એપરથી એમ નીકળેછે કે કોઈ પદાર્થમાં તેટલોજ ભાર છતાં કદ વધારે મોટું હોય તો તેના કદના પ્રમાણમાં તેનું દ્રવ્ય ઓછું અને તેટલુંજ વજન છતાં કદ નાનું હોય તો તેના કદના પ્રમાણમાં દ્રવ્ય વધારે. હરકોઈ પદાર્થનું ઘટ્તવ તેના કદના પ્રમાણમાં તેના ભારવડે જણાયછે.

તો જે પાણીને વાસ્તે ખરું છે તે બીજા બધા પદાર્થો કે ભૌતિક વસ્તુઓને વાસ્તે ખરું છે. ધારે કે એક પલામાંના માપમાંનું પાણી કાઢી નાંખી તેની જગામાં બરોબર જોઈએ તેટલા કદનો સીસાનો કકડો મૂકેથી ત્રાજવાની દાંડી ક્ષિતિજસમસૂત્ર થાયછે. હવે સીસાના એ કકડાનો ભાર તેટલા પાણીના ભારની બરાબર થયો; અને લોહાનો કે પીતળનો કે ત્રાંબાનો કકડો તે સીસાના કકડાની સ-

* આપેલા વખતમાં પદાર્થ જેટલો અંતર કાપે તેવડે તેનો વેગ કે ઝડપ માપવામાં આવેછે. બે પદાર્થોમાંનો એક એક સેકન્ડમાં એક ફુટ ચાલે અને બીજો બે ફુટ ચાલે તો બીજાને વધારે સાપેક્ષ વેગ છે.

મતોલ થાય તેનો ભાર પણ તેટલા પાણીના ભારની બરાબર છે, અથવા તેઓનો ભાર એક એક જેટલો છે. પરંતુ જોખાઈતું છે કે સીસાના કે લોહાના કે પીતળના કે ત્રાંબાના કકડાના ભાર જેટલા પાણી જેટલે સમતોલ થાય છે તેના કરતાં તેનું કદ ઓછું છે. એપરથી એમ નીકળે છે કે એ ધાતુઓનાં ઘટત્વો એટલે તેટલા કદમાં રહેલો દ્રવ્ય-સમૂહ પાણીના તેમના જેટલા કદમાં રહેલા દ્રવ્યસમૂહથી વધારે છે.

બેપારમાં જોખવાના કામને માટે જેને કાટલાં કહીએ છીએ તેઓ લોહાના કે સીસાના કે પીતળના કે ત્રાંબાના કકડા છે. તેઓનો ભાર અમુક અવસ્થામાં અમુક પાણીના કદની પૂર્ણ બરાબર છે. એમ એક ઇમ્પીરિઅલ ગાલનનું તોલ દશ પાઉંડ થાય છે, અને એક ઇમ્પીરિઅલ પાઉંડનું તોલ સવા પાઉંડ થાય છે.

૨૩. જુદી જુદી વસ્તુઓનાં તેજ અવસ્થામાં સરખાં કદોના ભાર જુદા જુદા હોય છે,—જુદા જુદા પદાર્થોનાં ઘટત્વો જુદાં જુદાં હોય છે.

જે અગત્યનું સત્ય હમણા કહ્યું તેવિધે વધારે પૂર્ણ વિચાર કરવો જોઈએ. સવા પાઉંડના ભાર જેટલું પાણી એક ઇમ્પીરિઅલ પાઉંડના માપ જેટલો અવકાશ રોકે છે એ આપણે જોયું; અને તેટલા ભારના પાણીનું કદ અવકાશ જેટલું છે. પરંતુ જે તમે સાધારણ એક પાઉંડનું કાટલું અને સવા પાઉંડનું કાટલું લેશો અને તેઓને ઇમ્પીરિઅલ પાઉંડના માપમાં મૂકશો તો તમને માલૂમ પડશે કે તે માપું તેઓથી ભરાઈ ન જતાં તેના અંદરના અવકાશનો અથવા ખીજા બોલમાં કહીએ તો તેની મવરાવવાની જગ્યાનો માત્ર ઘણો થોડો ભાગ રોકશે. એથી એમ જણાયું કે એક પાઉંડ અને સવા પાઉંડ લોહાનાં કે સીસાનાં કે પીતળનાં કે ત્રાંબાનાં કાટલાંનું કદ તેટલા ભારના પાણીના કદથી ઘણું ઓછું છે; અર્થાત્ ધાતુનું ઘટત્વ પાણીના ઘટત્વથી વધારે છે; તેટલાજ કદમાં દ્રવ્યસમૂહ અથવા ગુરત્વ વધારે છે. એવિધે ખીજે પ્રયોગ કરીએ. આપણે જે કાચના

ખ્યાલાથી આગળ પ્રયોગ કર્યો હતો તે ખ્યાલો પાછો ત્રાજવામાં મૂકો અને તેને અર્ધો પીણીએ ભરો અને ખ્યાલાની બાજુએ પાણીનું મથાળું જ્યાં જ્યાં લાગેલું છે ત્યાં આંકો કરો. એ ખ્યાલું અને પાણી તોળાય તેટલાં કાટલાં સામા પદ્ધતિમાં મૂકો. પછી પાણીને ખ્યાલામાંથી કાઢી નાંખી તેને લુંછી નાંખી કોરું કરો અને સંભાળથી તેમાં બરોબર એ આંકડાસૂઝી ઝીણી રેતી ભરો. એ રેતીનું કદ પાણીના કદની સમાન થયું; પણ પાણીને સમતોલ જે કાટલાં બીજા પદ્ધતિમાં છે તેઓથી એ રેતી તોળાશે નહીં અને બીજાં કાટલાં ઉમેરવાં પડશે, માટે સરખે કદે પાણી કરતાં રેતી વધારે ભારે છે. હવે રેતી કાઢી નાંખી લાકડાના વહેર તેજ આંકા લગી ભરો અને તેને તોળો. જે કાટલાંથી પાણી જેખાયું તેથી ઓછા વજનના કાટલે એ વહેર જેખાશે. માટે સરખે કદે વહેર પાણીથી ઓછો ભારે છે. એજ રીતે મધાર્ક અને તેલને તોળવાથી તેઓ પાણી કરતાં હલકાં માલૂમ પડશે; પણ ગોળ પાણીથી ભારે અને પારો ઘણો વધારે ભારે જણાશે.

૨૪. ભારે અને હલકાનો અર્થ,—વિશેષગુરુત્વ.

ભારે અને હલકું એ શબ્દોને કાંઈક એકિરાર્થથી વાપરવાની આપણને ટેવ છે. જે ચીજને સહેલથી ઊંચકી શકાય છે તેઓને આપણે હલકી કહીએ છીએ અને જેઓને ઉપાડવી કઠણ પડે છે તેઓને ભારે કહીએ છીએ. પવનથી આસપાસ ઊડે છે તે રેતીને આપણે હલકી અને લાકડાના ઢીમસાને ભારે કહીએ છીએ; તોપણ સરખે કદે લાકડું રેતીથી ભારે છે એ હમણાજ જ્ઞેયું. આવા દ્વીઅર્થી વચનથી છૂટવાને હરકોઈ રેલો ચાલે તેવી પ્રવાહી વસ્તુના અથવા હરકોઈ ધનપદાર્થના સમૂહ કે કદના ભારને, કોઈ જાણેલી ઉજ્જુતા અને દયાણુવાળા તેટલાજ સમૂહ કે કદના પાણીના ભારના પ્રમાણમાં તેનું વિશેષગુરુત્વ કહેવામાં આવે છે. પાણીને ૧ લેઈ, જે પદાર્થનું કદ તેટલાજ કદના પાણીથી બમણું ભારે હોય તેના વિશેષગુરુત્વને ૨ કહેવામાં આવે છે; જો ત્રણ ગણું હોય તો ૩; સાડાચાર ગણું હોય તો ૪.૫, અને

એમ જોટલું હોય તે પ્રમાણે. એમ હરકાઈ રેલો ચાલે તેવા પ્રવાહીનું અથવા હરકાઈ ધનપદાર્થનું વિશેષગુરુત્વ સરખી સ્થિતિમાં પાણીના ઘટલ્વના પ્રમાણમાં તેનું ઘટલ્વ જણાવવામાં આવેછે. લાકડાના વહેરને, તેલને અને મઘાઈને પાણીથી ઓછું વિશેષગુરુત્વ છે; તથાપિ ગોળને, રેતીને અને પારાને પાણીથી વધારે વિશેષગુરુત્વ છે. એ અર્થમાં પહેલા કહેલા ત્રણ પદાર્થો હલકા છે, અને પછીના ત્રણ ભારે છે.

૨૨. પાણીથી જે પદાર્થોનું વિશેષગુરુત્વ વધારે તેઓ પાણીમાં ડૂબેછે; જેઓનું વિશેષગુરુત્વ પાણીથી ઓછું તેઓ પાણીમાં તરેછે.

આ બંને ખાલામાં પાણી છે. એમાંના એકમાં રેતી નાંખો, અને બીજામાં લાકડાનો વહેર નાંખો ને જુઓ શું બનેછે. રેતી ડૂબી તળીએ એસેછે અને વહેર મથાળે તરેછે. આપણે જોઈએ એટલાં તેઓને ડોહોળીએ, પરંતુ રેતી નીચે ઠરવાની અને તેટલીજ હલકી વહેર ઉપર મથાળે આવેછે. એમ જો ચીજ સરખે કદે પાણીથી હલકી છે તે તરેછે, અને ભારે છે તે ડૂબેછે. તેમજ જો પાણીમાં તેલ રેડીએ છીએ તો તે તરેછે, અને જો રંગીત મઘાઈ રેડીએ તો તે પણ તરતો દેખાયછે; પણ લોઢાના વહેરની પેઠે ગોળ અને પારા ડૂબી તળીએ જાયછે.

લોઢું પાણીથી ભારે છે માટે જુઓ તેનો વહેર ડૂબ્યો. જો કલાઈ દીધેલા લોઢાના પાતળા પત્રાની દાબડીઓ બનાવેછે તેવું આ પત્રું છે. એને પાણીમાં મૂકીએ તો શું થશે? સરખે કદે તે પાણીથી ભારે છે અને તેથી તે ડૂબશે. જુઓ એ ડૂબેછે.

પણ જુઓ એજ જાતના પત્રાનો આ ડબ્બો છે. એને આ પાણીમાં મૂકીએ. જુઓ તે જરાએ ઘૂસતો નથી, પણ જાણે બૂચનો બન્યો હોય તેમ તરેછે. તો અહીં શુંછ આવી. હવણુંજ આપણી ખાતરી થઈ હતી કે લોઢું પાણીથી ભારે છે, અને આ લોઢાનો ડબ્બો તરેછો! શું એ નિયમનો અપવાદ હશે? જરાએ નહિ; આપણે પૂર્વ

કહી ગયા તે એ હતું કે જે વસ્તુ સરખે કહે પાણીથી હલકી હોય તે તરે. હવે આપણે એ ડગ્ગાને જોખીએ, અને એને જોખ્યા પછી એના જેટલા કદના પાણીનું તોલ કેટલું છે તે જાણવાની તજવીજ કરીએ. એ સહેલથી કરી શકાશે, કેમકે એ ડગ્ગાની બાજુએનાં પત્રાં ઘણાં પાતળાં છે તેથી અંદરનું પોલ લગભગ ડગ્ગાના જેવું છે. માટે એ ડગ્ગો પાણીથી ભરી તેને તોળીએ તો લગભગ એ ડગ્ગાના જેટલા કદના પાણીનું વજન માલૂમ પડશે. એમ કરેથી જણાશે કે ડગ્ગામાંના પાણીનો ભાર ડગ્ગાના ભારથી ઘણો વધારે છે. ડગ્ગો લોઢાનો બનેલો છે તોપણ એ કારણને લીધે સરખે કહે ખરેખરે પાણીથી હલકો છે, અને તેથી તે તરે છે.

હવણાં લોઢાનાં વહાણો સાધારણ થઈ ગયાં છે, તે તમારા સર્વેના સાંભળવામાં આવ્યું હશે, અને તમને આશ્ચર્ય લાગ્યું હશે કે એક એક સાથે જડી લીધેલાં અને વજનને હજારો ટન જતાં પત્રાંનાં બનેલાં વહાણો ઢૂળી કેમ જતાં નથી; પણ તેઓ આ લોઢાના ક્લાઈ દીધેલા ડગ્ગાથી માત્ર બહુ મોટા ડગ્ગા જાણે છે, અને તેઓ તરે છે તેનું કારણ એ કે દરેક વહાણનો ભાર તેના કદના પાણીના ભારથી ઓછો છે.

પોતાથી હલકી વસ્તુઓને ઊંચકી રાખવાના આ પાણીના ગુણે કરીને તથા રજકણોનો સહેલથી ખસી શકવાનો બીજો ગુણ પાણીમાં છે તેથી સમુદ્રો, નદીઓ, અને નહેરો માણસ જાતના ધોરી રસ્તા થઈ પડ્યા છે.

કેમકે પાણીમાં તરાવી શકાય નહિ એટલી ભારે કોઈ ચીજ નથી, માત્ર એટલું જોઈએ કે જે પેટીમાં તેને મૂકી હોય તે એટલી મોટી હોવી જોઈએ કે તે પેટી અને તેમાંના ભારનો બોજો તેટલાજ કદના પાણીના બોજાથી ઓછો હોવો જોઈએ. પાણીના રજકણો એટલી સહેલાઈથી ખસી શકે છે કે એ બોજાને એ પ્રમાણે તરતો કર્યા પછી પવનવડે કે હલ્લેસાથી, કે પૈડાના આરાનાં પાડીઆંવડે તે પાણીમાં થઈ એક જગ્યાએથી બીજી જગ્યાએ ઝટ જઈ શકે છે.

૨૬. જે પદાર્થ પાણીમાં તરેછે તેના ભારની બરોબર જેટલા પાણીનો ભાર થાય તેટલા પાણીની જગ્યા તે પદાર્થ પાણીના પૃષ્ઠની સપાટીની નીચે રોકેછે; બીજા બોલમાં કહીએ તો પોતાના વજન જેટલા વજનના પાણીને સ્થગેછે.

એક ધન ઇંચ પાણીનો ભાર આશરે બેસે તે સાડીઆવન એન છે.* ધારે કે જે ડમ્બાવડે આપણે પાછળ પ્રયોગ કર્યો હતો તે સમયેરસ છે, અને તેનું કદ સો ધન ઇંચ છે; તો તેના જેટલા કદના પાણીનો ભાર ૨૫,૨૫૦ એન થશે. એ ડમ્બાનું તોલ ૮,૪૧૬ એન હોય તો તેના કદનો એક તૃતીયાંશ પાણીમાં ઝૂકશે; જો તેનું વજન ૧૨,૬૨૫ એન હોય તો તેનો અર્ધો ભાગ ડૂબે; જો તેનો ભાર ૧૬,૮૩૨ એન હોય તો તેનો એ તૃતીયાંશ ભાગ ડૂબે; એમ એળના પ્રમાણમાં ડૂબશે. અથવા જો તે ડમ્બો તરતો હોય તે વેળા પાણીની સપાટીએ બરોબર લાગેલી તેની આજુબરો આંકો કરો તો પાણીની સપાટીની નીચે રહેલા તે ડમ્બાના ભાગનું કદ જાણી શકાય. ધારે કે ત્રીશ ધન ઇંચ છે તો તે ડમ્બાનું વજન ૩૦×૨૫૨.૫ અથવા ૭,૫૭૫ એન થશે. એ કિપરથી એમ કહેવાઈ શકે કે તરતા પદાર્થનો પાણીની અંદર રહેલો ભાગ, જેટલું પાણી તે ખસેડેછે તેટલાને દામે રહેછે, અને જાણે તે કેટલું છે તે દર્શાવેછે. તરતા ડમ્બાને તમે નીચે દાખો તો તે જમ નીચે કિતરેછે તેમ પ્રતિરોધ થતો લાગેછે, અને દયાણ ખસેડી લેતાં તે પાછો ઊંચે આવેછે. માટે તરતા પદાર્થને તળીએ પાણી કિપલી મેર દાખેછે. વળી તેનાં પાસાંઓ કિપર પણ દયાણ કરેછે; જો એ ડમ્બાની આજુબરો બહુ પાતળી હશે તો તેઓમાંહેલી મેર વળી જશે. પાતળા કાચના સીસાને બૂચનો દાટો સજ્જડ લગાવી

* લગભગ પચાસ એનની બરોબર પા તોલો એટલે બેસે એનનો એક તોલો થાયછે. એમ એક ધન ઇંચ પાણીનો ભાર સવા તોલાથી જરા વધારે છે. ભા. ક.

ઊંડા પાણીમાં મૂકીએ તો પાણી ખૂચને સીસાની અંદર ઉતારી દેશે અને તેમ નહિ થઈ શકે તો સીસો ભચડાઈને ફૂટી જશે.

૨૭. પાણી વધી દિશાઓમાં દબાળ કરેછે.

એ પાણીનું દબાણ તેની અંદર રહેલી ચીજો ઉપર સધળી મેર થાયછે.

લાંબી લાકડાની કે ધાતુની નળીને નીચલે છેડે પાણી રેડીએ તો પ્રથમ ખૂચની ઉપરુએ નળીનો ભાગ પાણીથી ભરાશે, અને તે પાણીનો ભાર એ ખૂચની ઉપર અમુક દબાણ કરશે. જો નળીને તળીએ હથેલી ચાંપીને લગાડીને છેડો બંધ કરીએ તો તેમાંના પાણીના નીચલી ગમના દબાણને અવરોધ કરવાને અમુક જોર કરવું પડશે. ભુંગળીમાં જેમ પાણી વધારે એકઠું થશે તેમ એ દબાણ વધતું જશે, અને તે એટલું વધશે કે હથેલીને દૂર કરશે કે ખૂચને બહાર ખસેડી દેઈ પાણી જમીન ઉપર પડશે. એમાં પાણીના ભાર જેટલું દબાણ થશે, અને તેટલા વજનનો સીસાનો સળીઓ પણ એજ પ્રમાણે ખૂચને ખસેડી નાંખશે.

ધારો કે નળી સમચોરસ છે, અને તેની અંદરની યાનૂનું માપ બધીમેર બરોબર એક ઈંચ છે. તો નળીની એક ઈંચ ઊંચાઈ સૂધીના ભાગમાં એક ધન ઈંચ પાણી માશે. એક ધન ઈંચ પાણીનો ભાર બસ સાડીઆવન જેન છે, માટે શુમારે બે પુટ ને સાડાત્રણ ઈંચ લગી તેમાં પાણી ભરીએ તો તે પાણીનો ભાર એક પૌંડ (સાત હજાર જેન) થશે, અને પંદર પૌંડ પાણી એવી નળીમાં રેડીએ તો તે તેમાં ૩૩ અને ૩૪ પુટ એ બેની વચગાળે સૂધી ઊંચું રહેશે. આ બે વજનો (એક પૌંડ અને પંદર પૌંડ) પાણીના બે સ્તંભોના દબાણનું તોલ કે માપ છે; પાણીના સાડીસત્તાવીસ ઈંચ ઊંચા સ્તંભનું દબાણ સમચોરસ એક ઈંચપર એક પૌંડ છે, અને લગભગ ચોવીસ પુટ ઊંચા પાણીના સ્તંભનું દબાણ તેની નીચેના પૃથ્થના સમચોરસ ઈંચ ઉપર પંદર પૌંડ છે.

સીસાનું વિશેષગુરત્વ (૨૪ મી ક્લમ જુઓ) ૧૧.૪૫ છે. બીજા

બોલમાં કહીએ તો પાણીથી સીસું આશરે સાડાઅંગીઆર ગણું ધાડું છે. સીસાનો સમયોરસ કાપેલો સળીઓ આનૂએ (ચારેમેર પહોળાઈમાં) એક ઈંચ અને ઊંચાઈમાં પાણીના સ્તંભથી $\frac{1}{4}$ થી કાંઈક ઓછો હોય તેને પાણીની જગ્યાએ નળીમાં મૂકીએ તો તળીએ તેના જેટલું દબાણ કરશે.

સીસાની અને પાણીની વચ્ચે આ બાબતમાં એક ભેદ છે, તે પાણીના પ્રવાહીપણને લીધે છે. નળીની આનૂએ ઉપર સીસું દબાણ કરતું નથી, પાણી કરે છે. નળીની પાસે નળીની આનૂમાં નાનું કાણું પાડી તેને બૂચથી બંધ કરીએ તો તે બૂચ ઉપર સીસું દબાણ નહિ કરે, તથાપિ નળીમાં પાણી જોઈએ તેટલે ઊંચે લગી હશે તો પહેલાં જેટલાજ જેરથી પાણીએ બૂચને બહાર ધકેલી મૂક્યો હતો તેટલાજ જેરથી આ વખતે ધકેલી મૂકશે. એમ પાણી જેટલા બળથી નીચલીગમ દબાણ કરે છે તેટલાજ બળથી આનૂએ ઉપર કરે છે. નીચલે છેડે કાટખૂણે વળેલી અને ખેસતા બૂચવાળી લાંબી કાચની નળીને વાંસની કે લાકડાની ભુંગળીની આનૂમાં ખોસેથી આવિષે સહેલથી ખાતરી થશે. જે ઊંચાઈએ ભુંગળીમાં પાણી હશે તેજ ઊંચાઈએ નળીમાં તુરત તે ચડશે. એ ઉપરથી સ્પષ્ટ માલૂમ પડે છે કે આનૂના દરકોઈ બિન્દુ ઉપર પાણીનું દબાણ છે ને તે બિન્દુ ઉપરના ઊભા દબાણની બરોબર છે; કેમકે બહારની બાહ્યનું દબાણ ભુંગળીની અંદરના ઊભા દબાણથી સમતોલ થાય છે. ઝારીમાં પાણી ભરીએ છીએ તે તેમાં અને તેના નાળયા (નાળવા) માં હમેશ સરખી ઊંચાઈએ રહે છે.

ઊભા ટીલા (U) ના આકાર જેવી વાળેલી કાચની નળીમાં પાણી રેડીએ તો તે તેના અંતે હાથામાં સમાન ઊંચાઈએ રહેશે. એવી નળીના વાંકનો આકાર ગમે તેવો હોય, કે અંતે હાથાની પહોળાઈમાં અને લંબાઈમાં ભેદ હોય કે નળી ગમે એવી ઢળતી હોય તોપણ એજ થશે.

અને એમ હોતુંજ જોઈએ, કેમકે એ પાત્રના બેમાંના એક મુખમાંથી પાણીને જે બળથી નીકળી જવાનું બળ છે તેનો આધાર

તે મુખથી પાણીના પૃષ્ઠની *ઊભી ઊંચાઈ ઉપર છે; એથી કરીને સમાન ઊભી ઊંચાઈના દરકોઈ જળસ્તંભથી તે સમતોલ રહેવું જોઈએ.

એ છેડે ઉઘાડી કાચની નળીને પાણીવાળા વાસણમાં મૂકેથી એક જળસ્તંભ બીજા જળસ્તંભને લાગેલો હોય તો એક સમાન ઊંચાઈએ રહેશે, તે એથીએ વધારે સાદા પ્રયોગથી જણાશે. એ નળી ગમે એટલી વળેલી હશે, તેનો નીચલો છેડો પહોળો હશે કે સાંકડો હશે, પરંતુ તેની અંદરના જળસ્તંભની સપાટી બદારના જળની સપાટીની સમાન રહેશે. એ કાણુ કાચની નળીમાંનું પાણી નીચલા ભાગ સિવાયના આકાંના પાણી જોડે લાગેલું નથી.

સારી ગોઠવણવાળાં શહેરોમાં દરેક ઘરને નાની નળીઓવડે પાણી પૂરું પાડવામાં આવેછે. છેલ્લા (સર્વથી ઊંચા) માળસુધી એ નળીઓ હોયછે. ઘરને મથાળે ટાંકી હોયછે તેને જોડેલી નળીઓની વાટે ઘરની બીજી બધી નળીઓમાં પાણી જાયછે. રસ્તામાં મોટા નળ હોયછે તેને સાંધેલી એક નાની નળી ઘરમાં આવી મથાળાની ટાંકીસાથે જોડાયછે. ટાંકીએ પહોંચ્યા પહેલાં ઘણાંક ઘરોમાં તેને અનેક દિશાઓમાં વાંકી વાળેલી હોયછે. એ નળીનું પાણી ટાંકીમાં પડેછે અને તેમાંથી ઘરની બીજી નળીઓમાં વહેછે. એ મોટા નળનું પગલું કાઢશે તો તમને માલૂમ પડશે કે તે બાંધેલી સડકની નીચે લાંબેથી ઊંચા ચડતો અને નીચે ઉતરતો આવેછે અને અંતે “પાણી કામ” ને મળેછે. ત્યાં તમે જોશો કે તે મોટા નળ મોટા ટાંકાની સાથે જોડાયેલો છે; જે જે ટાંકીઓમાં તથા કુંડીઓમાં મોટા નળમાં થઈ પાણી પડેછે તેઓથી એ ટાંકું વધારે ઊંચાઈએ હશે, અથવા તો તેમાંથી વહેનારા પાણીને માર્ગમાં તેટલી ઊંચાઈએ ચડાવવાનો પમ્પ (ખમ્બો)

* પાણીના પૃષ્ઠથી પૃથ્વીના પૃષ્ઠપર લંબ લીટી દોરીએ, તે લીટીની જે ઊંચાઈ તે ઊભી ઊંચાઈ છે. દોરોને છેડે વજન બાંધેલું હોયછે તેને ઓળખ્યો કહેછે. દોરોને ઊભી પકડાએ છીએ ત્યારે તે વજન લટકતું રહેછે. વજન લટકતું રહે તેવી રીતે દોરોનો બીજો છેડો પાણીના પૃષ્ઠની સામે રાખવાથી ઓળખ્યાની દોરી જે દિશા દેખાડેછે તે ઊભી ઊંચાઈ છે.

હશે. એમ તે ઠાંકું, મોટા નળ, અને ધરમાંની નળીઓ મળી એક મોટા ટીલા રૂપ U નળ બનેછે, અને ધરની નળીઓમાંના પાણીને મોટા ટાંકામાંના પાણીની સપાટીની ઊંચાઈ સૂધી કે પંપથી ચડાવેલા પાણીની ઊંચાઈ લગી ચડવાનું બળ છે, અને તેણે કરીને પાણી લેવાની નળીનો કાક ઉઘાડવાથી પાણી ટાંકામાં પડેછે.

૨૮. ગતિમંત પાણીની ગતિનો પ્રવેશ બીજી વસ્તુમાં; વહેતા પાણીની ગતિનું બઢ.

ધારો કે લાકડાના કુંડાને પડખે તળીઆની પાસે નાની નળી છે, અને તે નળીનું મોટું ઉધડે અને બંધ થાય તેવું તેને ઠાંકણું છે. એ નળીના વાઢનું ક્ષેત્રફળ* એક સમચોરસ ઇંચ છે. એ નળીની ઉપલી મેર સો ઇંચસૂધી પાણી ભર્યું છે. નળી બંધ હોયછે ત્યારે તેના વાઢના ક્ષેત્રફળ ઉપર ૨૫,૨૫૦ ટ્રેનનું દબાણ છે, એટલે સાગત્રણ પૌંડથી કાંઈક વધારે, અને કુંડાના તળીઆપરના પ્રત્યેક સમચોરસ ઇંચ ઉપર પણ તેટલુંજ દબાણ છે.

હવે નળીના મુખને ઉઘાડવાથી તેની થડમાંનું પાણી બહારથી નિરાધાર થવાથી અંદરની બાબૂનું દબાણ તેને ગતિ આપેછે, અને તેની ધાર વહેછે. પ્રથમ ધાર જોરથી નીકળેછે, અને ઘણે દૂર જાયછે. અર્થાત્ સો ઇંચ ઊંચા જળસ્તંભનો ભાર નળીના મુખ આગળના પાણીને ગતિ આપનાર બળ બનેછે, કિમ્વા ગતિનું કારણ બનેછે, અને તે પાણીને જળરા વેગથી બહાર ધકેલેછે. એ બળ ક્ષિતિજ-સમસૂત્ર દિશામાં જેટલું હોય તેટલો એ વેગ હોય. જો આપણે કોઈ હલકો ગોળો હથેલીમાં લેઈ એ ચાલતી ધારમાં ધરીએ તો ધાર પોતે જે દિશામાં જાયછે તે દિશામાં તેને લેઈ જશે. સ્થિર તથાપિ ચાલવામાં અટકાવ વગરના પદાર્થને ગતિમંત પાણી પોતાની ગતિ આપી શકેછે તેનું કારણ તેનું ગતિબઢ છે. જળસમૂહ જેમ વધારે, અને જેમ તેનો વેગ વધારે તેમ વધારે ગતિ એ ગોળાને તે દેશે, અથવા

* નળીને આડી કાપવાથી વાઢ આગળના પોલનું ૫૪ જેટલું થાય તેને વાઢનું ક્ષેત્રફળ કહેછે. નળીના વહેપર બરાબર આવી રહે એટલા કાગળના ૫૪ જેટલું તે છે.

વધારે ભારે ગોળાને તે ચલાવી શકશે. નળીના મુખની પાસે ધારની દિશા ક્ષિતિજસમસૂત્ર છે; પરંતુ થોડે છેટે તે વાંકી વળવા માંડેછે, અને ઉતાવળો એટલે લાંબો વાંક કરતી ભોંયે પડેછે. પથરાને ક્ષિતિજસમસૂત્ર દિશામાં ફેંક્યા પછી જે કારણોને લીધે તે વાંકી લીટી કરતો અંતે જમીન ઉપર પડેછે તેજ કારણોએ કરીને પાણીની ધાર તેમ કરેછે; અને ખરૂં કહેતાં પાણીને ક્ષિતિજની દિશામાં ફેંક્યા બરાબર એ ધારને ગણી શકાય.

એનાં કારણો બે છે,—પહેલું, નળીના મુખમાંથી બહાર નીકળતાં વારને પાણી નિરાધાર ભારે પદાર્થ છે; અને તે માટે તે જમીન ભણી પડવા માંડેછે. બીજું, જે વાયુમાં (હવામાં) થઇ તે જાયછે તેના અવરોધથી તેનું ગતિયજ્ઞ સદા ઓછું થાયછે. કેમકે જે વાયુ આપણી આસપાસ છે તે એટલો પાતળો અને ખસેડી શકાય એવો છે કે આપણું સાધારણ લક્ષ તે ઉપર જતું નથી, તોપણ તેમાં ગતિ કરનાર પદાર્થને તે પ્રતિરોધ કરેછે એ સહેલથી અવલોકી શકાય. ઉદાહરણ, વીંજણો (પંખો) હલાવવામાં એ જણાયછે. એ પ્રતિરોધને તોડવો પડેછે, અને તેમ કરવામાં પાણીનું ગતિયજ્ઞ પ્રમાણમાં ઓછું થતું જાયછે.

નળીના મુખમાંથી પાણી નીકળેછે તે વેળા જે વા અને ગુરુતા-કર્ષણ નાશ પામે તો તેનું ગતિયજ્ઞ રહેવાથી તેજ દિશામાં તે હમેશા ચાલ્યું જાય.

કુડામાંનું પાણી જેમ જેમ વહી જશે તેમ તેમ ધારનો વેગ ઓછો થતો, તથા તેનો વાંક નાનો થતો દેખાશે, અને તેથી તે વધારે વહેલી ભોંયે પડશે; અને આખરે જ્યારે કુડું લગભગ ખાલી થઇ જશે ત્યારે ધાર નીચલી મેર લગભગ ઊભી પડશે. એનું કારણ એ કે પાણીના મથાળાની સપાટી થોડી થોડી નીચી થતી જાયછે, અને તેથી જે જળસ્તંભ નળીના મુખની કને દબાણ કરેછે તેની ઊંચાઈ થોડે થોડે કમી થતી જાયછે, અને તેને લીધે તેનો ભાર ઓછો થાયછે. પણ પાણીની ગતિનું કારણ એ ભાર કે દબાણ હતું, અને કારણ ઓછું થતું જાય તેમ તે કારણનું કાર્ય પણ ઓછું થતું જોઇએ. એને લીધે

પાણીની ગતિનું બળ થોડું થોડું ઓછું થતું જાયછે, અને તેને જમીન ઉપર પડવાના વખતમાં તેનું ક્ષિતિજસમસૂત્ર ઝીંછે ઝીંછે દૂર જાયછે; અને છેલ્લે તેને જણાઈ શકે એટલી ક્ષિતિજસમસૂત્ર ગતિ બિલકુલ મળતી નથી, તેથી નળના મુખથી નીચલી મેર સીધી લીટીમાં પડેછે.

૨૯. ગતિમંત પાણીની શક્તિ.

કાટખૂણે વળેલી, L આવા આકારની, ટૂંકી નળીના એક હાથાને કુંડામાંની નળીના મુખમાં એવી રીતે ખોસવી કે તેનો બીજો હાથો ઉપલીમેર સીધો રહે, અને કુંડાને પાણીથી ભરી તેમાંની નળીના મુખનું ઢાંકણ ઉઘાડવું. એમ કરવાથી પાણી ઊંચે હવામાં ઊડશે, અને કેટલેક અંતરે ચડી અટકશે, અને પછી નીચે પડશે. એમ ખરેખરો ધ્રુવારો બનશે.

ઊભી ધાર અને આડી (ક્ષિતિજસમસૂત્ર) ધારમાં ફેર શો પડેછે તે જુઓ. વાયુના પ્રતિરોધને ગણતીમાં ન લેઈએ તો આડી ધારને બીજું નડતર નથી; તેના વજનને લીધે તે આસ્તે આસ્તે માર્ગમાં પશ્ચિમ ભણી વાંકો વળતી જઈ અંતે ધરતી ઉપર પડેછે તેમ ન થતું હોત તો તે સદા ચાલુ રહેત.

ઉપલીમેર સીધી ધાર ઊડેછે તેનું એ પ્રમાણે નથી. ઉપલીમેર સીધા ફેંકેલા પાણીનું વલણ, હરકોઈ બીજા ભારે પદાર્થની પેઠે, નિરંતર નીચલીગમ સીધું પડવાનું છે, અને તેના ગતિબળને ગુરૂત્વાકર્ષણનું નડતર જીતવાનું છે. એ ઊંચે ઊડતા પાણીના હરકોઈ ભાગપર સામસામાં એ બળ લાગેલાં છે. ૧ ગતિબળ તેને ઉપર ધકેલેછે, અને ૨ ગુરૂત્વાકર્ષણ તેને નીચે ખેંચેછે. હવે જો એ બેબળ બળ પૂર્ણ સામસામાં કોઈ પદાર્થપર લાગે તો તે પદાર્થ જરાએ ચળશે નહિ; તથાપિ તે બેમાંનું એક વધારે બળવાન હશે તો બળવત્તરની દિશામાં તે જશે.

પાણીનો ભાગ નળીના મુખમાંથી ઊંચે ઊડેછે તેનું કારણ એ કે જે વેગથી તેને ધકેલવામાં આવ્યું તે અમુક વખતમાં, કહો કે એક

સેકંડમાં, જેટલે અંતરસૂધી તેને ફેંકેછે તે અંતર, ગુરુત્વ તેટલાજ વખતમાં જે અંતર લગી તેને નીચે તાણી શકેછે તેથી વધારે છે.

પરંતુ તેને નીચે ખેંચનાર ગુરુત્વ ન હોવાથી એ સેકંડમાં પાણી જેટલે અંતરે ચડત તેની અને તેને ઉપર ફેંકનાર ગતિબળ ન હોવાથી જેટલા અંતરમાં તે હેઠલીમેર આવત તેની બાદબાકી જેટલું એ સેકંડમાં પાણી ઊંચે જશે; અને તે સેકંડને અંતે પાણીનો ઊંચે જવાનો વેગ તે પ્રમાણમાં ધીમો થશે. એમ ગુરુત્વ તોડવામાં પાણીની ગતિના બળનો કેટલોક ભાગ પહેલાં સેકંડને અંતે ખપી ગયો. અને દરકત કરનાર ન હોય તો એ ખોટ ભરી આપનાર ન હોવાથી પાણી પહેલા સેકંડ કરતાં બીજા સેકંડમાં વધારે લગવી ગતિએ કે ઓછા અંતરમાં ચડશે. હવે પાણીનું ગતિબળ તો ઓછું થયું, તથાપિ તેનું ગુરુત્વ, ભાર, કે એક સેકંડમાં મુકરર અંતરમાં નીચે પડવાનું વલણ તો જેટલું હતું તેટલું પૂર્ણ રહ્યું, અને પહેલા સેકંડમાં જેટલું કાર્ય કર્યું તેટલુંજ બીજા સેકંડમાં કરેછે. એથી કરીને બીજા સેકંડને અંતે જેટલા અંતરમાં પાણી ચડેછે તે વધારે ઓછું છે, અને તેનો વેગ પણ વધારે ઓછો હોયછે. શરૂઆતમાં ગતિબળ અને ગુરુત્વબળમાં ગમે એટલો મોટો ફેર હોય તોપણ ઉપર કહ્યું તે પ્રમાણે હોવાથી વખત જતાં અંતે ગુરુત્વ જીતે એ દેખાઈતું છે. ગતિબળનો ભંડાર વપરાઈ પૂરો થશે; અને ક્ષણવાર સ્થિર રહી, પાણીની અવસ્થા નિરાધાર પદાર્થના જેવી થઈ તે બિન દરકતે થતા ગુરુત્વના બળથી હેઠલીમેર જવા માંડશે.

કોઈ છોકરો હલ્લેસાંવડે હોડી હંકારતો હોય તેવામાં કોઈ જખરો આદમી તે હોડીના આગલા ભાગને એકાએક ઝાલી ઘણા જોરથી પાછી ધકેલે ને જે અને તેવો આ બનાવ છે. નાવડું પ્રથમ ઉતાવળે પાછું હટશે, પણ પેલો છોકરો ચાટવા માર્યો કરેછે તેના દરેક અપાટથી પાછળ જવાનો વેગ ઓછો થતો જાયછે; અને પેલા માણસના હડસેલાથી જેટલું ગતિબળ મળ્યું હતું તે એ હલ્લેસાંના બળની સામે વપરાતાં અંતે તદ્દન ખપી જશે એટલે હોડી ક્ષણવાર અટકી પાછી આગળ ચાલવા માંડશે. કેટલે દૂર હોડી પાછી હટશે તેનો આધાર તો જાણે તે માણસ પોતાની સ્નાયુશક્તિનો જેટલો ભંડોળ તે હોડીમાં

એકાએક ભરશે તે ઉપર રહેશે એ સ્પષ્ટ છે, કેમકે એ ભંડોળમાં તે હોડી થોડે થોડે ખર્ચ કરેછે.

જે માણસોમાં સ્નાયુની કે બીજી કોઈ શક્તિ મસ હોયછે તેઓને આપણે બળવાન કહીએ છીએ; અને જે નડતરને તેઓ ખસેડેછે અથવા બીજા બોલમાં કહીએ તો જે કામ તે કરેછે તેપરથી આપણે તેનું બળ માપીએ છીએ. ઉપલા ઉદાહરણમાંના માણસના બળનું માપ જે અંતર પર્યંત નાવડું અટક્યા પહેલાં ગયું તેપરથી કહીએ છીએ.

આ બળના ખ્યાલને, કામ કરવાની શક્તિરૂપે, નિર્જીવ વસ્તુઓને વિષે લેઈ જવો સહેલો છે; અને એમ કોઈ ગતિમાન પદાર્થ તેના માર્ગમાં આવતી કોઈ પ્રકારની નડતરને ખસેડી તેમ કરવામાં પોતાનું ગતિબળ તેને આપી વધારે કે ઓછું અટકેછે ત્યારે આપણે કહીએ છીએ કે તેનામાં બળ છે અને તે કામ કરેછે.

એમ ગતિમાન પાણીના બળનું માપ, તેની સામે થનાર જે અડચણોને તે જીતેછે તેઓની શક્તિને, તે બળ ખલાસ થઈ ગયાની પૂર્વે તે (અટલે પાણી) જે અંતરે જઈ શકે તેણે ગુણવાથી થાયછે; અર્થાત્ તેની ગતિ અટક્યાની અગાઉ તેણે કરેલા કામથી. જે ઉદાહરણ આપણે લીધું છે તેમાં ગુરુત્વને વધારે કે ઓછા કાળમાં જીતનાર બળનો આધાર ધારના વેગ ઉપર છે; અને તે વેગનો આધાર કુંડામાં કાણથી પાણીની ઊંચાઈ ઉપર છે. જેમ પાણીની સપાટી નીચી જતી ગઈ તેમ આડી (ક્ષિતિજસમસૂત્ર) ધારનું બળ ઓછું થતું ગયું; તેમજ ઊભી (ઊંચી ઊડતી) ધારનું પણ થાયછે. માટે જેમ કુંડું ખાલી થતું જાયછે તેમ ધાર વધારે નાની થતી જાયછે, અને આખરે બંધ પડેછે.

કેટલીક અવસ્થામાં ગતિમાન પાણીનું બળ અતિ નાશકારક સ્વાભાવિક શક્તિ બનેછે; અને કેટલીક અવસ્થામાં તે માણસનો અતિ ઉપયોગી સેવક થઈ પડેછે. પહાડપરથી ઉતરી આવતા વહેણાનો વેગ તેના પાત્રના દાળ પ્રમાણે હોયછે. જેમ તે નીચે ઉતરેછે તેમ ગતિ પ્રાપ્ત કરેછે અને તેથી બળ મેળવેછે; એમ પહાડી વહેણો વરસાદના કે ઓગળતા બરફના પાણીથી એકાએક વધી જઈ એવો

જળરો થાયછે કે ખડકના મોટા જથાને તોડી પાડેછે તથા તેના માર્ગમાં જે આવેછે તેને ધસડી જાયછે. શાંત સમુદ્રથી વધારે નરમ અને અહાનિકારક બીજું કોઈ જણાતું નથી, પરંતુ તેના પૃષ્ઠ ઉપર પવનના ઝપાટા લાગવાથી તેનું પાણી ગતિ પામેછે ત્યારે ભયંકર જ્વેરથી એ કાંકાઉપર અથડાયછે; અને તેનું બળ મોટાં મોજાં ફેંકવામાં વિસ્તાર પામેછે; તે મોજાં બહુ મોટાં અને ભારે પહાણાને અથવા કાંકરાના ઢગના ઢગને કિનારે ધસડી આણેછે.

અધી જતોની જળચક્કીઓ ચલાવવામાં વધારે કે ઓછા વેગવાળા પાણીના ધોધનો ઉપયોગ કરવામાં આવેછે. ચક્કીના પૈડાના ઘેરને ડોલો કે પાટિયાં જડેલાં હોયછે. પ્રત્યેક ડોલ કે પાટીઉં ધોધને પડવામાં નડેછે, અને તે નડતરને ખસેડવામાં ધોધ પોતાની ગતિનો ફેટલોક ભાગ તેને આપેછે; એથી ડોલ કે પાટિયું નીચે ઉતરેછે ને તેને ઢેકાણે બીજું આવેછે. એથી પૈડું ફરેછે. પૈડાના ફરવાથી નીચેના વહેણાને નડતર થાયછે, અને તેથી વહેણાની ફેટલીક ગતિ પૈડામાં આવેછે. એમ દરેક ડોલ કે પાટિયું વહેણાના ગતિબળને ઝાલી જળચક્કીને આપનારું સાધન થાયછે, અને તેથી તે ચક્કી અમુક વેગથી ફરેછે.

પણ હવે એ જળચક્કી ગતિમાન દ્રવ્યનો સમૂહ છે, અને તેથી તેમાં બળનો ભંડોળ કે કામ કરવાની શક્તિ છે. જો એ પૈડાની ધરીને દોરી આંધી તે દોરીને બીજે છેડે બોળે આંધિલો હોય તો પૈડું ફરશે તેમ દોરી ધરીપર લપેટાશે અને બોળે ઉપર ચડશે; અથવા બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો, પૈડાના ફરવાથી એટલું કામ થશે; અને વહેણાએ પોતાનું ફેટલું બળ પૈડાને આપી દીધું તેનું સ્થૂળ માન આપણને મળશે. પાણીથી ફરનારા પૈડામાં જે બળ આવ્યું તેને કામ કરવાની જગ્યાએ લેઈ જવાને માટેજ ચક્કીના સાંચાકામમાં યાંત્રિક યુક્તિઓ છે. ઉદાહરણ, લોટ ઢગવાની ઘંટીમાં એક પક્ષી એક ચક્કરો હોયછે. તેઓ પાણીથી ચાલનાર પૈડાનું બળ ઘંટીનાં પડોમાં લેઈ તેઓને ફેરવેછે.

૩૦. પાણીના ગુણો સ્થાયી છે.

હરકોઈ વેળા વરસાદ વરસે સારે જો તમે તેનું પાણી ઝીલશો તો તમને માલૂમ પડશે કે પાણીના જે ગુણો વર્ણવવામાં આવ્યા છે તે સઘળા તેમાં છે. તે લગભગ અસંકાયનીય પ્રવાહી માલૂમ પડશે, અને તેના એક ઈમ્પીરિઅલ પૈંટનું વજન સવા પાઉંડ થશે. વરસાદનું જળ આફ્રિકામાં ઝીલો કે ન્યુઝીલાંડમાં ઝીલો તેથી તેના ગુણોમાં કોઈ ફેર જણાશે નહિ; અથવા સેંકડો વરસપૂર ઝીલી સીસામાં ભરી રાખ્યું હોય તોએ તેના ગુણોમાં તફાવત જણાશે નહિ. અને સો કે હજાર વરસ પછી વરસાદના પાણીમાં બરાબર એજ ગુણો હોવાના એવું માનવાને પ્રત્યેક કારણ છે. વરસાદના પાણી સંબંધી સૃષ્ટિનો ક્રમ સ્થાયી છે.

પરંતુ પાણીના ગુણો હમેશ સરખા છે એવો અર્થ આથી સમજવાનો નથી. વસ્તુતઃ એ પદાર્થ પાણી જેવી સ્થિતિમાં રહેલું હોયછે તે પ્રમાણે તેના ગુણોમાં વિકાર થણો હોયછે; તથાપિ સરખા સ્થિતિમાં તેઓ સરખા હોયછે, માટે એમ છતાં પણ આપણે કહી શકીએ કે પાણીના સંબંધમાં સૃષ્ટિનો ક્રમ સ્થાયી છે.

૩૧. ઉષ્ણતા વધવાથી પ્રથમ પાણીનું કદ વધેછે.

જોવામાં આવ્યું છે કે હરકોઈ અમુક ભારના પાણીનું કદ સરખા સ્થિતિઓમાં સરખું હોયછે. એ સ્થિતિઓમાં સર્વથી વધારે અગત્યની સ્થિતિ ઉષ્ણતા કે શીતળતા છે. જે ઓરડામાં ગરમી હોય તેમાં પાણીને કેટલાક વખત સૂધી રાખ્યા પછી ઠંડી જગ્યામાં લઈ જવાથી તે સંકોચાયછે; અને તેને બિનું કરવાથી તેનું કદ વધેછે, કે ઘૂલેછે. પારો, મધાઈ તથા બહુધા બીજા બધા પ્રવાહીને એમજ થાયછે. થર્મોમીટર (ઉષ્ણતામાપક યંત્ર) માત્ર લાંબી નળીવાળી ગોળાકાર સીસી છે, અને નળીમાં થોડે લગી ચડે એટલો પારો કે મધાઈ તે સીસીમાં ભરેલો હોયછે. નીચેની ગોળીમાંના પ્રવાહીને ગરમ કરવાથી તેનું કદ ઘૂલેછે અને ઉપર નળીમાં જાયછે. તેથી તેમાંના (નળીમાંના) પ્રવાહીના સ્તંભની ઊંચાઈ વધેછે. પણ તે

ગોળીમાંના પ્રવાહીને ટાઢો કરવાથી તેનું કદ ઓછું થાયછે, અને જેમ સંકોચાયછે તેમ પ્રવાહી ગોળીમાં ઉતરેછે, અને તેના સ્તંભના મથાળાની સપાટી નીચી ઉતરેછે.

ગોળીને ઊકળતા પાણીમાં મૂકવાથી પ્રવાહી નળીમાં જે બિંદુસૂધી ચડે તે બિંદુએ ડિંવા કોઈ માપ તે નળીને લગાડેલું હોય તેને તે ટેકાણે કોઈ નિશાની કરવામાં આવેછે, અને તે ગોળીને ઓગળતાં બરફમાં મૂકવાથી જે બિંદુ લગી તે ઉતરેછે ત્યાં નિશાની કરવામાં આવેછે; અને એ નિશાનીઓની વચ્ચેની જગ્યાના ૧૮૦ સમાન ભાગ કરી દરેક ભાગને “અંશ ” કહેછે. એ પ્રકારના ઉષ્ણતામાપક યંત્રને ફ્રેન્ડેલી-ત્સ થર્મોમીટર કહેછે. ઊકળતા પાણીના બિંદુ આગળ ૨૧૨ લખીએ તો જે બિંદુએ પાણીનું બરફ થાયછે તે ૩૨ થશે (૨૧૨-૩૨=૧૮૦). સરખી ઉષ્ણતાથી નળીમાં પ્રવાહી હમેશ સરખે અંશે રહેછે, અને તેણે કરી એ યંત્ર **ગરમી** માપેછે.

એક વાસણમાં એકે વખતે એ નળીમાંથી પાણી છોડવું; એમાંના એકમાંથી ઊનું પાણી આવે અને બીજામાંથી ટાઢું આવે એમ હોય તો સહેલાઈથી જણાશે કે ટાઢા પાણીથી ઊનું પાણી હલકું છે. જે એ પાણીને હલાવવામાં ન આવે તો વાસણના તળીયાના પાણીથી મથાળાનું પાણી વધારે ઊનું માલૂમ પડશે. એક ઇમ્પીરિઅલ પૈંટ પાણીની ઉષ્ણતા ૬૨ હોયછે તો તેનું વજન સવા પૌંડ થાયછે; પણ જે તે એથી વધારે ગરમ હોય તો તેનું કદ વધેછે, અને તેથી તેનું (એક ઇં. પૈંટ પાણીનું) વિશેષગુરત્વ ઘટેછે.

એ કારણને લીધે ૨૨ મી કલમમાં કહેવામાં આવ્યું કે **સરખી સ્થિતિમાં** પાણીના સરખા કદનો ભાર સરખો સ્થાયી છે; અને એક ઘન ઇંચ પાણીનું વજન આશરે ૨૫૨ ગ્રા એન કહીએ તેવારે પણ એ શરત લક્ષમાં રાખવી. જ્યારે પાણીની ઉષ્ણતા ફ્રે. થર્મોમીટર પ્રમાણે ૬૨ હોયછે ત્યારેજ એટલા પાણીનો ભાર ૨૫૨.૪૫ એન થાયછે—પણ સાધારણ મૃદુ હવાની ઉષ્ણતા એટલી હોયછે,* અને

* ઈંગ્લાંડમાં એ પ્રમાણે છે; આપણા દેશમાં એથી વધારે છે. ભા. ૦ ક. ૦.

એક અંશે પાણીનું પ્રસરણ કે સંકોચન તેના કદનો કુદરતી મોહિ-
રસો છે, તેથી સકળ વ્યવહારિક કામમાં એક ધનંદ્રિય પાણીનું વજન
રપરાઝા એન લેઈ શકાય.

૩૨. ઉષ્ણતા વધતાં અંતે પાણીની વરાળ થાયછે.

ગમે એટલું થોડું ગરમ કરવાથી પણ પાણીના ગુણોમાં વિકાર
થાયછે. વધારે તાપ લગાડવાથી વધારે મોટા વિકાર થાયછે. વાડ-
કીમાં પાણી રેડી તેને અગ્નિ ઉપર મેલવાથી શું થાયછે તે તમે જા-
ણોછો. પાણી વધારે વધારે ગરમ થતું જાયછે, પછી સણસણવા માં-
ડેછે, અને આખરે ૨૧૨ સુધી પહોંચતાં બિંદુની વરાળ થઈ
હવામાં ભળી અદૃશ્ય થાયછે. જોઈએ તેટલીવાર પાણીને બિંદુનવા
દેઈએ છીએ તો તમામ પાણી વરાળ રૂપે બીડી જાયછે; પહેલું તો
એમ ભાસેછે કે ગરમીથી પાણીનો નાશ થયો; પરંતુ પાણીના એક
કણનો વાસ્તવિક નાશ થતો નથી. તેની અવસ્થા કે રૂપ માત્ર
બદલાયછે. ઉષ્ણતાએ તેનું પ્રવાહી જળરૂપ બદલી વાયુજળરૂપ,
વરાળ બનાવ્યું.

હવે વાડકીને બદલે ચાદાનીવડે પ્રયોગ કરો. તેમાં પાણી થોડુંકજ
મેલી તેનું ઢાંકણું બંધ કરો. પાણી બિંદુનવા માંડતાંવારને તેના ના-
ળચામાંથી વરાળની ધારા ચાલશે; અને ચાદાનીમાં જ્યાં લગી પાણી
હશે ત્યાં લગી તે જરૂરી રહેશે.

નાળચામાંથી નીકળતી વરાળ એટલી બની છે કે જો તમે તેને
તમારી આંગળી લગાડશો તો તે દાઝશે. તમારી આંગળી તેમાં ન
લાલતાં લાખની લાકડી તેમાં ધરશે તો દાઝ્યા વિના તમારી ખા-
તરી થશે કે તે ઘણી બની છે. અગ્નિ ઉપર ધરવાથી જેવી નરમ
તે થાયછે તેવી એ વરાળમાં ધરવાથી થશે. વળી નાળચાના મુખની
થડમાં, જ્યાંથી વરાળ બહાર આવેછે ત્યાં, જોશો તો વરાળની આ-
રપાર દેખાશે, ત્યાં તે કેવળ પારદર્શક છે, અને ત્યાંથી થોડે છેટે એ
પારદર્શકપણું ખોઈ તે ધોળું અપારદર્શક વાદળું બનેછે અને ઉતાવળે
વાયુમાં લોપ થઈ જાયછે.

૩૩. વરાઢમાંની ગરમી લેઈ લીધાથી વરાઢનું ઝનું પાળી થાયછે.

હવે ટાઢી ચમચી કે ટાઢી થાળી લો, અને તેને વરાળ આગળ એક બે મિનિટ ધરો. પછી તેને લેઈ લેશો તો તે કેવળ બીની જ-ણાશે, તેનાઉપર બધે જાના પાણીનાં ટીપાં બાઝેલાં હશે તથા તે ટાઢી ચમચી કે થાળી ગરમ થયલી હશે. જો તમે તે નાળચામાં ધાતુની લાંબી ટાઢી નળી ધાલશો તો તે નળીને છેડેથી વરાળ બિલકુલ નીકળતી જણાશે નહિ, પણ તેમાંથી પાણી ટપકશે અને તે નળી જાની થયેલી માલૂમ પડશે.

એમ અગ્નિમાંથી ઉજ્જ્વળતા વાડકી કે ચાદાનીમાં જાયછે, અને તે-માંથી પાણીમાં જાયછે. પાણી વધારે વધારે ગરમ થતું જાયછે અને તેમાં ગરમીનો કેટલોક સંગ્રહ થાયછે ત્યારે તેની વરાળ થાયછે. વ-રાળ ટાઢી થાળીને લાગેછે કે ટાઢી નળીમાં જાયછે તેવારે તે પોતાની ઉજ્જ્વળતા થાળીને કે નળીની ધાતુને આપી દેછે. જો ઉજ્જ્વળતાવડે પાણી વરાળ અવસ્થામાં હતું તે તેમાંથી એ રીતે જવાથી પાછું પાણી અ-વસ્થામાં આવેછે.

એ વરાળ અને પાણી એ એકજ વસ્તુ;—પાણી,—ની બે સ્થિતિ કે અવસ્થા છે; પાણીમાં ઉજ્જ્વળતાનો જો સંગ્રહ થયો હોય તેનું તે કાર્ય છે.

૩૪. જ્યારે પાણીની વરાઢ થાયછે ત્યારે તેનું કદ પ્રથમથી આશરે ૧૭૦૦ ગણું વધારે મોટું થાયછે.

ચાદાનીમાંના પાણીને પહેલેથી માપી અને જોખી શકો અને દેવ-તાના તાપથી તેની થયેલી સઘળી વરાળને માપી અને જોખી શકો તો તમને માલૂમ પડશે કે વરાળનું તોલ પાણીના તોલની બરાબર છે, અને તેનું કદ પાણીના કદથી લગભગ ૧૭૦૦ ગણું વધારે છે. ત-મારી પાસે પાસાના જેવું સમચોરસ પવાણું એવું હોય કે તેની અં-દરનાં ચારે પાસાંમાંના દરેકનું માપ એક ઇંચ દરેક તરફ હોય તો તેમાં એક ઘન ઇંચ પાણી મારો. આ પવાણાને પાણીથી ભરી તે-

માંના બધા પાણીની વરાળ થઈ જાય ત્યાં લગી તેને તપાવો તો તે વરાળ શુમારે એક ઘન ફુટ જગા રોકશે, કેમકે એક ઘન ફુટમાં ૧૭૨૮ ઘન ઇંચ છે. એક ઘન ફુટ પાણીનું તોલ ૨૫૨૧ ગ્રેન છે, અને તેની વરાળ થાય છે તેનું તોલ પણ તેટલું જ છે. એપરથી આપણે કહી શકીએ કે વરાળ એ ગરમીથી પૂરેલું પાણી છે, અને તેનું વિશેષગુણત્વ પાણીના વિશેષગુણત્વથી ૧૭૦૦ ગણું ઓછું છે, અને એક પૈંટ વરાળને ટાઢી પડવા દીધાથી તેનું પાણી થાય છે તે એક પૈંટનો $\frac{1}{1700}$ મો ભાગ છે; પરંતુ તોલમાં તે એક વ્યાખ્યા પૈંટ વરાળની બરાબર છે. માટે વરાળનું ઘનીકરણ થાય છે ત્યારે તેનું કદ ઘટી જઈ $\frac{1}{1700}$ થઈને પાણી રૂપ ધારણ કરે છે.

પાણીની વરાળ થતાં તેનું કદ બહુ મોટા બળથી વિસ્તાર પામે છે. આદાનીના નાળગાના મોદાને બંધ કરશે તો તેની અંદરની વરાળ વિસ્તાર પામવામાં ઢાંકણને ઊઘડી દેશે; અને જો તમે ઢાંકણને સજ્જત જડી દેશો તો થોડા વખતમાં આદાનીને ફાડી નાંખશે. વરાળ-ચંત્ર (સ્ટીમએન્જિન)ના મજબૂત બોઇલરો (પાણી ઉકાળવાની દેવા)ને એ પ્રમાણે ફાડી નાંખેલા સાંભળવામાં આવે છે.

૩૫. વાયુઓ (ગ્યાસો) કે સ્થિતિસ્થાપક ફ્લુઇડો (હવારૂપે ઝડી કે પ્રસરી જનારા પદાર્થો).

આ લાંબી ડોક અને ઉઘાડા મોદાવાળી સીસી છે. એના મોદાવાટે કાનેસૂધી પાણી રેડીએ તો એ પાણીથી ભરેલી કહેવાય. એ પાણીને ઢોળી દઈએ તો એમ કહેવાય છે કે તે ખાલી છે. પણ શું તે ખાલી છે? કાચના વાસણમાં પાણી ભરીને એ સીસીનું મોદું નીચું રાખી તેમાં એને બોજો. જો સીસી ખાલી હોય તો સીસીની બહાર જ્યાં લગી પાણી છે ત્યાં લગી અંદર નહિ જવાનું કારણ નથી. અને મોદે ઉઘાડી એવી કાચની ખાલી નળીને એ પાણીમાં બોળશો તો તેની બહારનીપાસે જ્યાંસૂધી પાણી હશે ત્યાંસૂધી માંહેલીગમ પણ પાણી હશે, પરંતુ એ નળીનું મોદું આંગળીથી બંધ કરશો તો નીચલા મુખમાં પાણી માત્ર થોડે લગી ચડશે. સીસીમાં પણ એજ પ્રમાણે

આયછે; તેની ડોકમાં થોડેજ સુધી પાણી ચડેછે. માટે એ “ખાલી” નળી અને “ખાલી” સીસીમાં કાંઈ ચીજ છે; કાંઈ ચીજ ભૌતિક છે, કેમકે તે અવકાશ રોકેછે અને પ્રતિરોધ કરેછે; વસ્તુતઃ જે ભૌતિક પદાર્થને આપણે વાયુ, વા, કે હવા કહીએ છીએ તે સીસીમાં છે, અને તેણે વાતાવરણરૂપે તેના જગા પર ધરતીને ઘેરેલી છે. વાને ભાર છે ને તે વિષે આગળ તમારા જાણવામાં વધારે આવશે. વા ગતિમાં હોયછે (વા વાયછે) ત્યારે પોતાની ગતિ બીજાને આપી દેઈ શકેછે, તે પવનનાં કાર્યોપરથી તમે જાણોછો. વા ગતિમાં હોયછે ત્યારે તે પવન કે વાયરો કહેવાયછે. માટે વાયુમાં ભૌતિક પદાર્થના સંઘના ગુણો છે. વળી એ “ફ્લુઇડ” છે, કેમકે જે પાત્રમાં તે હોયછે તેના આકારને પૂર્ણ ખેસતો આવેછે; તેના ભાગોને સહેલથી ખસેડી શકાયછે, કેમકે જે તેમ ન હોત તો આપણે હાથ પગ હલાવીએ તેવારે પ્રત્યેક વેળા તેનો પ્રતિરોધ આપણને વાગવો જોઈએ; તે વહેછે કે વાયછે તે પવનની દરેક લહેરથી જાણાયછે, તથા ધમણ ધમીએ છીએ ત્યારે વાનો પ્રવાહ તેના મોઢામાંથી બહાર નીકળેછે; અને તેમાં (વામાં) જે વસ્તુ હોયછે તેપર તે બધી મેરથી દબાણ કરેછે.

વા ફ્લુઇડ છે પણ લિક્વિડ^૧ નથી. પ્રથમ તો તે બહુ સંક્રાચારી શકે તેવો છે, લિક્વિડમાં એ ગુણ બહુ થોડો છે. આપણે જોયું કે ઉપલા પ્રયોગમાં નળીમાં અને સીસીની ડોકમાં પાણી થોડેક લગી મેહું હતું. એમ થવાનું કારણ એ કે વાને પાણી સંક્રાચી તેનું કદ નાનું કરેછે. વાથી ભરેલા તકીઆપર કે તેવી બીજી વાથી ભરેલી થેલીપર દબાણ કરવાથી તેમાંનો વા ઓછી જગા રોકેછે. જેમ પીચકારીમાં પાણીનો પ્રયોગ ક્યો હતો તેમ તેમાં વાનો પ્રયોગ કરવાથી જાણાશે કે, જે દાંડો પૂરો ખેસતો હશે તો, તેમાંનો વા થોડે લગી નીચે દબાશે, અને દબાણ બંધ પાડતાં પાછો ઊછળી આવશે. વા

^૧ ઇંગ્રેજીમાં “લિક્વિડ” અને “ફ્લુઇડ” એ બે શબ્દો છે. બન્નેમાં કોશમાં તથા સંસ્કૃત કોશમાં એ બંનેને માટે જુદા શબ્દો નથી, એ બેના અર્થમાં ફેર છેતાં એ પ્રમાણે છે, એ માટે ઇંગ્રેજ ફ્લુઇડ શબ્દ લખ્યો છે. લિક્વિડ એટલે પ્રવાહી અને ફ્લુઇડમાં પ્રવાહી અને વાયુરૂપી બેનો સમાવેશ થાયછે. ભાગ ૬૦.

દબાઈ કે સંકોચાઈ શકે તેવો છે એટલુંજ નહિ, પણ સ્થિતિસ્થાપક છે. ઉષ્ણતાથી જેમ પાણી ધૂલેછે તેમ વાયુ પણ ધૂલેછે, તથાપિ ઉષ્ણતાથી તેટલાજ અંશથી વાયુ વધારે ધૂલેછે.

૩૬. વરાળ એ સ્થિતિસ્થાપક ફુફડ કે ગ્યાસ છે.

બધા ગુણો કહ્યા તેઓમાં પાણી વરાળરૂપમાં હોયછે સારે વાની પેઠે સ્થિતિસ્થાપક ક્ષતુર્ઘ્ન કે ગ્યાસ છે.

ઉપલી કલમમાં કહેલી સીસીમાં થોડું પાણી ભેડીશું તો તેની માંહેના બાકીના સઘળા “ બાલી ” ભાગમાં વાયુ રહેશે. હવે સીસીને તપાવીશું તો પાણી અંતે ઊકળશે, વરાળના પરપોટા પાણીમાં થઈ તેના ધ્રુવ ઉપર ધૂટી જતા દેખાશે. પાણીની ઉપર વા હતો તેને થોડે થોડે તે વરાળ કાઢી મુકશે; અને આખી સીસી ગરમ રાખવામાં આવશે તો “ બાલી ” ભાગ જળ ગ્યાસથી એટલે વાયુરૂપી પાણીથી ભરાઈ જશે. તે જળ ગ્યાસ હવાના જેવો પારદર્શક અને રંગ વિનાનો છે. સીસીના મુખમાંથી વરાળ બહાર નીકળેછે તે નીતરી અને રંગરહિત છે; પણ થોડીવારમાં તે ટાઢી પડેછે અને સંકોચાઈ ક્ષતુર્ઘ્ન પાણીના ઝીણા કણોની વાદળી જેવી થાયછે.

વા કરતાં વરાળ હલકી છે, અને તેથી, જેમ પાણીથી હલકી વસ્તુઓ પાણીમાં ઉપર આવેછે તેમ, તે વામાં ઊંચી ચઢેછે.

૩૭. ગ્યાસ અને વાષ્પ.

જે પદાર્થ સ્થિતિસ્થાપક વાયુરૂપમાં હોયછે તેને ઇંગ્રેજીમાં ગ્યાસ કહેછે. હવા અથવા વા શીઆળાની અતિશે ટાઢમાં અને ઊનાળાના અતિશય તાપમાં ગ્યાસરૂપમાં રહેછે, પરંતુ અતિ ઘણા દબાણમાં રાખી બહુ શીતળ કરવાથી તેને પ્રવાહીરૂપમાં આણી શકાયછે. એમ અતિ ઘણી મુશ્કેલીએ ધનીકરણ થઈ શકનારા વાના જેવા ગ્યાસો અને સહેલથી ધનીકરણ થઈ શકનારા વરાળના જેવા ગ્યાસોની વચ્ચે ફેર માત્ર પાયરી કે દરબનો છે. તથાપિ વરાળનીપેઠે જો ગ્યાસોનું ધનીકરણ સહેલથી થઈ શકેછે તેઓને બાષ્પ (વાદ્ર) નામ આપી

•ભેદ દર્શાવવામાં કેટલીક સુગમતા છે. સાધારણ બોલવામાં જેને આપણે વરાળ કહીએ છીએ તે જેટલા પાણીની અનેલી હોય તે સ-ધળું પાણી, તેમાં ઊકળતા પાણીની (૨૧૨ ફ.) અને તે ઉપરાંત ગરમી હોય ત્યાંસૂધી, માત્ર ગ્યાસરૂપ રહેછે. એ (૨૧૨ ફ.) થી કાંઈ પણ ઓછી ઉષ્ણતા થતાં તેમાંની ઘણીખરી ધનીકરણ થઈ જીનું પ્રવાહી પાણી અનેછે. તોપણ યાદ રાખવું જોઈએ કે જેને આપણે વરાળ કહીએ છીએ તેવા ગ્યાસરૂપમાં તો તે ઊકળતા પાણીની અને તેથી ઉપરાંતની ઉષ્ણતાએ રહેછે, પરંતુ પાણી હરી જાય તેટલી ઉષ્ણતાએ ગ્યાસરૂપે પાણી રહી શકેછે.

ધારો કે સીસીમાં આપણે પાણીને ઊકાળ્યું તેમાં પાણી અને વરાળ વિના બીજું કાંઈ નથી. તેનું મોટું અંશ ક્યું છે, અને તેની નીચેથી દીવો લેઈ લીધો છે. ઊકળતા પાણીના જેટલી ગરમી બધાની રહેશે ત્યાં લગી સીસીની અંદરના પાણીની ઉપરની દરેક ધન ઈંચ વરાળનું તોલ શુમારે ૧ ટ્રેન થશે, કારણ કે એકસો ધન ઈંચ વરાળનું વજન આશરે પંદર ટ્રેન છે. ધારો કે સીસીમાં પ્રવાહી પાણીએ જગા રોકી છે તે ઉપરાંત તેમાં સો ધન ઈંચ અવકાશ છે. ત્યારે આરંભ-માં ગ્યાસરૂપી પાણી છે તેનો ભાર પંદર ટ્રેન છે. હવે સીસીને ઠંડી પડવા દેવાથી જળગ્યાસ વધારે વધારે ધનીકરણ થતો જઈ પ્રવાહી અવસ્થા પામશે; પરંતુ પાણી થીજી જાય તેટલી ઠંડીએ પણ કેટલુંક પાણી ગ્યાસરૂપમાં રહેશે, અને પ્રવાહી પાણી જે ભાગમાં નથી તેમાં તે પ્રસરી રહેશે. રક્તોષ્ણતાએ (૯૮) જળગ્યાસ સો ધન ઈંચમાં વ્યાપી રહેલો હોય, તથાપિ તેનો ભાર આશરે એક ટ્રેન માત્ર છે. હવાની સાધારણ (ઈંચલાંડમાં) ગરમીમાં તેનો ભાર ૧ ટ્રેનથી વધારે નથી; અને જળદારબિન્દુએ તેનું વજન ૧ ટ્રેન છે. પણ જેમ જેમ ઉષ્ણતા ઓછી થતી જાયછે તેમ તેમ તેટલાજ કદના જળ-ગ્યાસનો વાસ્તવિક ભાર વધારે વધારે કમી થતો જાયછે તે ઉપરથી અનુમાન એ થાયછે કે જેમ ગરમી ઓછી તેમ જળગ્યાસનું ઘટત્વ, કે વિશેષગુણત્વ ઓછું થવું જોઈએ. વળી વાયુ સંકોચન પામતાં જે-ટલો પ્રતિરોધ કરેછે તેટલોજ જળઉકાળબિન્દુએ જળગ્યાસ એટલે

વરાળ કરેછે, અને ઉજ્જ્વળતા જેમ ઓછી તેમ જળગ્યાસને વંધારે સ-
હેલાઈથી સંકોચી શકાયછે.

ઉકળતા પાણીથી ભરેલી આદાનીના નાળગ્યાને સ્થિતિસ્થાપક કો-
થળીનું મોઢું આંધી લીધું છે એમ ધારો. ઉકળતા પાણીના જેટલી
ગરમ એ કોથળીને રાખવામાં આવશે તો તે પૂલશે, અને તેની સઘળી
બાજુઓ ઉપર હવાનું દબાણ છતાં પૂલેલી રહેશે. નાળગ્યાથી તેને
ખસેડી લેઈ જળ ઉકળતાં ઉજ્જ્વળતા તેમાં રહેશે ત્યાં પર્યંત પૂલેલી ર-
હેશે; પણ જો તેને ટાઢી પડવા દેઈશું તો ઓછી ઉજ્જ્વળતાવાળા જળ-
ગ્યાસના ઓછા થતા પ્રતિરોધને લીધે બહારની હવાના દબાણે કરીને
તે આસ્તે આસ્તે ચપડી થશે. અંધ કરેલી સીસીને ટુંડી થવા દીધા
પછી તેનો ડાઠો ખોલવામાં આવેછે ત્યારે તેમાં વા બહુ જોરથી ધૂસેછે
તેનું કારણ પણ એજ છે.

૩૮. સાધારણ ઉજ્જ્વળતા પાણીનું વાષ્પીભવન.

થાળીમાં થોડુંક પાણી રેડી તેને ખુલ્લી હવામાં કે ઓરડામાં રાખ-
વાથી, પછી તે ઓરડામાં ટાઢેક હોયછે તોપણ, તે વહેલું મોઢું અદૃશ્ય
થઈ જાયછે. ભીનાં લૂગડાં દોરીઉપર નાંખ્યાં હોયછે તેઓ ઝટ સૂકાઈ
જાયછે—એટલે તેમાં જે પાણી હોયછે તે અદૃશ્ય થઈ જાયછે કે તેનો
બાષ્પ થાયછે. હાલ જે ગુણ કહ્યો તેથી એ હાલતમાં પાણી લોપ
થાયછે. વસ્તુતઃ ઉજ્જ્વળતાના પ્રમાણમાં ઘટત્વવાળો તેનો જળગ્યાસ
બનેછે, અને તે રૂપમાં બીજા ગ્યાસોની માફક વામાં ભળીજાયછે.
અને ઉજ્જ્વળતાના પ્રમાણમાં સમુદ્રો, સરોવરો અને નદીઓમાંથી
નિત્ય જળગ્યાસ ઉત્પન્ન થયાં કરેછે તેથી વાતાવરણમાં હમેશ ગ્યાસ-
રૂપે જળ છે તેમાં આશ્ચર્ય કાંઈ નથી.

જ્યારે હવાના અમુક સમૂહમાં, કહો કે સો ઘન ઇંચમાં, ગ્યાસરૂપે
રહેલા પાણીનું વજન એટલું હોય, અથવા લગભગ એટલું હોય, કે
તે હવામાં જેટલી ઉજ્જ્વળતા હોય તેમાં ગ્યાસરૂપે રહી શકે ત્યારે તે
હવા ભેજવાળી કહેવાયછે. એમ હોયછે ત્યારે જો તે હવામાંની ગરમી
ઓછી થાય, બહુ થોડી ઓછી થાય તોએ જળગ્યાસમાંનો કેટલોક

પ્રવાહી પાણી થઈ જાય છે. ઇંગ્લાંડમાં હવા ગરમ અને ભેજવાળી હોય છે ત્યારે ગ્લાસમાં તાબું કાઢેલું ટાકું ઝરણું પાણી ભરવાથી તે ગ્લાસની બહારને પાસે ઓસ વળે છે. વસ્તુતઃ એમ બને છે કે ગ્લાસની બહારની બાજુએ સ્પર્શ કરનાર જળાશ્રય જેટલી ઉષ્ણતા આશરે રહી શકે તેથી તે સ્થળે તેની ઉષ્ણતા ઓછી થવાથી તે ઠરી જઈ ઓસ બને છે. વામાં ભેજ ઘણો હોય છે ત્યારે (વરસાદ મસ હોય છે ત્યારે) ભીનાં કપડાં બરાબર સૂકાતાં નથી, હવાયલાં રહે છે, કેમકે તેવે વખતે વાતાવરણમાં જેટલી ગરમી ઉષ્ણતામાન સીસીવડે જણાય છે તેટલીવડે જેટલું પાણી આશરે રહી શકે તેટલું લગભગ તેમાં હોય છે.

૩૯. જ્યારે ઝનું પાણી ટાકું પડે છે ત્યારે પ્રથમ તે સંકોચાય છે. પછી કેટલાક વખત પછી ફૂલે છે.

પાણીને ઝનું કરવાથી કેવો ચમત્કારી વિકાર થાય છે તે હવણ આપણે જાણીએ. પ્રથમ તે આસ્તે આસ્તે અને થોડું પૂલે છે; પણ બ્યારે તે ઊકાળખિંદુએ પહોંચે છે ત્યારે એકાએક અતિ ઘણું પૂલી જાય છે, અને ત્યારે તે પ્રવાહી ન હોતાં આસ (વાયુ) બને છે.

એથી ઉલટું, ગરમ પાણીને ટાકું પડવા દેવાથી સારી ઋતુમાં વાની સાધારણ ઉષ્ણતાએ પહોંચતા લગી તે આસ્તે આસ્તે સંકોચાય છે; પણ જ્યારે ટાકું ઘણી પડી હોય, અથવા કૃત્રિમ ઉપાયથી પાણીને શીતળ કરવામાં આવે તો કેટલીક ઉષ્ણતા (૩૯) એ પહોંચતાં સુધી તે સંકોચાયું જાય છે, અને પછી પાછું પૂલવા માંડે છે. હવાની સાધારણ ઉષ્ણતાએ જે પદાર્થો પ્રવાહી છે તે બધાથી પાણી આ તેના વિશેષ લક્ષણમાં જુદું પડે છે. એને લીધે ૩૯ ગરમીએ સ્વચ્છ પાણીનું ઘટત્વ કે વિશેષગુરત્વ વધારેમાં વધારે છે, અને સરખે માપે કે કદે બીજી દરકોઈ ઉષ્ણતાવાળા પાણીથી એટલી (૩૯) ઉષ્ણતાનું પાણી વધારે ભારે છે. માટે બ્યારે કોઈ વાસણમાંનું મથાળાનું પાણી ઠરી જઈ એટલી ઉષ્ણતાએ પહોંચે ત્યારે તે તળીએ એસે છે, અને

કોઈ પાત્રના તળીઆનું પાણી હરી જઈ એથી ઓછી ઉજ્જુતાવાળું થાયછે, સારે તે ઉપર મથાળે ચડેછે.

**૪૦. ઇથી વધારે શીતલ થવાથી પાણીનું પારદર્શક
બરડ ઘન બરફ બનેછે.**

જે દેશોમાં શીઆળામાં અરફ અને એટલી ટાઢ પડેછે ત્યાં શીઆળાની રાત્રે પાણી ભરેલું ગ્લાસ આરણા બહાર મૂકવાથી તેમાંનું સ્વઘળું પાણી આસ્તે આસ્તે ટાઢું થઈ ઉડે ઉજ્જુતાએ પહોંચશે. એથી વધારે ટાઢું પડવાથી (એટલે ઉજ્જુતા વધારે ઓછી થવાથી) વધારે ટાઢું પડેલું પાણી તેના ઓછા ઘટત્વને લીધે આસ્તે આસ્તે મથાળે એકઠું થશે, અને તેની ઉજ્જુતા એટલી ઓછી થશે કે તેમાં થર્મા-મિટર મૂકવાથી પારો ઉડે ઉપર આવશે. એ મથાળાનું પાણી ઉડે થી કિન્ચિત્ જરા પણ વધારે શીતળ થશે કે વધારેમાં વધારે ઠંડું પ્રવાહી પાણી હરી જઈ ઘન પાણી કે અરફ થશે. તેનું પાત્રાળું કાચના જેવું પડ મથાળે બનશે, અને જે તે તમામ પાણી તેટલાજ અંશપર્યંત હરે તો આસ્તે આસ્તે તે બધું તેવું બને, અર્થાત્ અરફ થાય.

એ સ્થિતિમાં પાણી ઘન છે. તે જગા રોકેછે, પ્રતિરોધ કરી શકેછે, તેને વજન છે, પાણીની પેઠે તે પણ પોતાની ગતિ બીજાને આપી શકેછે, પરંતુ તેને ગ્લાસમાંથી કાઢી ટાઢેકવાળી જગ્યામાં મૂકવાથી તેનું રૂપ જરાએ ન બદલાતાં તેવું ને તેવું રહેછે. તેને દાબતાં આંગળી પેસે નહિ. તેવું ઘણું કઠણ જણાશે; વધારે દબાણ કરવાથી તે કચરાઈ જઈ કાચની પેઠે ભાંગશે. એમ કચરી તેનો ભૂકા થઈ શકે અને જાણે તે રેતી હોય તેમ તેનો (અરફના ભૂકાનો) ઢગલો થઈ શકે.

જેટલા પાણીની વરાળ થઈ હોય તેટલા પાણીના ભાર જેટલો તે વરાળનો ભાર હોયછે; અરફનું પણ એમજ છે. ગરમી લેઈ લેવાથી જેટલા પાણીનું અરફ બનાવ્યું હોય તેટલા પાણીના વજન જેટલું તે અરફનું વજન છે.

૪૧. જે પાણીનું બરફ બન્યું હોય તેનાથી તે બરફનું વિશેષગુરુત્વ ઓછું છે.

ગ્લાસમાંના બરફનું વજન તેમાંના પાણીના વજનની સમાન છે, પણ તેનું કદ સમાન નથી. ઉલ્ એ પાણી ધૂલવા માંડ્યું તે જરૂરી રહી તે બરફ થયું તેવારે તેનું કદ $\frac{1}{9}$ વધ્યું.—ઉલ્ એ પાણીનું કદ હતું તે કરતાં તે પાણી બરફ બન્યું ત્યારે તેનું કદ $\frac{1}{9}$ વધારે મોટું થયું. એ ઉલ્ ઉજાણતાએ પાણીનું વિશેષગુરુત્વ ૧.૦ લઈએ તો બરફનું ૦.૯૧૬ છે.

પાણી ઠરી જતાં માત્ર એટલું થોડું ધૂલેછે, પણ વરાળનીપેટે તે બહુ જ બેરથી ધૂલેછે. લોઢાના પત્રાના વાસણમાં છલાછલ પાણી ભરી તેના ઢાકણને સ્ક્રુથી સજડ બંધ કરી લેઈ તેને એવા શીતળ સ્થળમાં મૂકો કે પાણીનું બરફ બને. ઠરી જવામાં પાણી તે વાસણને ફાડી નાંખશે. જે દેશોમાં પાણી થીજી જઈ બરફ બને એટલી ટાઢ પડેછે તેઓમાં જ્યારે બહુ સખ્ત ટાઢ પડેછે ત્યારે ઘરમાં પાણી આણવાની લોઢાની નળીઓ હોયછે તેઓ ઘણીકવાર ફાટેછે. એનું કારણ એ કે તેઓમાંનું પાણી ઠરી જાયછે, અને નળીઓમાંથી બહાર નીકળી શકતું નથી તેથી તેઓને ફાડી નાંખેછે. જેમ બાંહે ઘણી તંગ હોવાથી હાથ માતો નથી ત્યારે પહેરતાં કે પહેર્યા પછી વાંકા વાળતાં તે બાંહે ફાટેછે તેમ એ બરફ નળીને ફાટેછે. જ્યાં બરફ બને છે ત્યાંના પર્વતોની હવામાં ખુલ્લાં રહેલાં મથાળાંને તથા કંદણમાં કંદણ ખડકોને બરફ ભાંગેછે, અને જાણે પથ્થર તોડનારાને ત્યાં કામે લગાડ્યા હોય તેમ જાણાયછે—ગિનાળામાં નાના ચીરા અને ફાટોમાં પાણી ઉતરે છે અને પથ્થરમાં સોસાઈ તેમાં રહેછે. પછી શિયાળામાં ટાઢ પડેછે તેવારે તે ઠરી જાયછે. ઉપર કહ્યાપ્રમાણે જેમ નળીઓને ફાટેછે તેમ એ બરફ બનેલું પાણી ખડકોને ફાટેછે.

૪૨. વાતાવરણમાંનો જલગ્યાસ ઘનીકરણ પામી ઝીળા વરફના સ્ફાટિક બનેછે તેને હિમ કહેછે.*

જે દેશોમાં હિમ વરસેછે તેઓમાં વાદળનાં વગરની રાત્રે ઘણી ટાઢ પડી હોયછે. ત્યારે ત્યાંનાં શહેરો અને ગામોનાં છાપરાં અને અ-ગાશીઓ ઘોળા ભૂકાથી ઢંકાઈ જાયછે. એ ભૂકો હિમ એટલે અરફ થઈ ગયલી ઝાકળ છે; ઓરડાઓની કાચની બારીઓ ઉપર નાળુક છોડવાના જેવા અતિસુંદર આકારો સવારમાં ઝેવામાં આવેછે. એ હિમમાંથી થોડો લેઈને અથવા બારીના કાચને વળગેલો છે તેમાંનો થોડો કુમેડી લેઈને (હિમ વળગવાથી એ કાચ ઘુટેલા હોય તેવા દેખાયછે) હાથમાં રાખવાથી તે ઓગળી જઈ પાણી થઈ જાયછે. વસ્તુતઃ એ અરફ છે. બારીના કાચપર તેના આકારો છે તેઓને સૂક્ષ્મદર્શક કાચવડે જોતાં તેઓ અરફના ઝીણા ઝીણા કકડાઓના અનેલા અને તે કકડાઓનો નિશ્ચિત આકાર હોઈ તેઓ નિયમિતરૂપે ગોઠવાયલા દેખાયછે. એ નિશ્ચિતરૂપના કકડાઓમાંનો પ્રત્યેક કકડો નીચેપ્રમાણે અનેકો હોયછે. ઓરડાઓમાંનો વા બહારના વાથી ઘણો વધારે શીતળ હોયછે, અને શ્વાસોશ્વાસમાંથી નીકળેલું તથા ભીનાં પૃથેપરથી સૂકાયેલું પાણી તે વાની ઉજ્જુતાથી જળગ્યાસ (બાફ) રૂપે રાખી શકાય તેટલું લગભગ તેમાં હોયછે. બારીના કાચ પાતળા હોવાથી બહારની ટાઢી હવાએ કરીને ટાઢ થાયછે, અને ઓરડાની અંદરનો જળગ્યાસ હોયછે તે એ શીતળ કાચને લાગવાથી સંક્રાંચન પામી ટાઢ પાણીનાં સૂક્ષ્મબિન્દુઓ બનેછે. બારીના કાચ વધારે વધારે ટાઢ થતા જાયછે તેથી અંતે એ સૂક્ષ્મજળબિન્દુઓ થીજી જાયછે, અને પાણી ઘન બનેછે એટલુંજ નહિ, પણ સ્ફાટિક બનેછે; સ્ફાટિક બનેછે એનો અર્થ એ કે એ સૂક્ષ્મઘનસમૂહો ઓછાં વધતાં નિયમિત ભૂમિતિરૂપે ધારણ કરેછે અને તેનાં પાસાં ચપટાં હોયછે તથા એક એક બેઠું સ્થાયી ખૂણા કરેછે, તેથી તેઓ

* હિંદની ઉત્તર મર્યાદાએ આવેલા મોટા પર્વતની ઉપર હિમ પડ્યું રહેછે તે-પરથી તેને હિમાલય કહેછે. લાખાંતર કર્તા.

કાચના કોઈ ઠરાવેલી તરેહના પહેલ પાડેલા કકડા જેવા હોયછે. વસ્તુતઃ તમામ અરક્ક સ્ફાટિકરૂપમાં હોયછે, પરંતુ પાણીના જાડા પટ્ટા હરી જઈ અરક્ક અનેછે તેના સ્ફાટિકો એક એકમાં એટલા બધા જોડાઈ ગયા હોયછે કે તેઓને જુદા જુદા પારખી શકાતા નથી.

૪૩. વરફને ઝૂનું કરવામાં गरमी ૩૨ં પહોચતાં વારને તેનું પાણું પાણી થવા માંડેછે.

હંડા દેશોમાં ટાટ ધણી પડી હોયછે તેવારે ખુદી હવામાંથી આબોલા અરક્કના ગાંગડાની ઉજ્જુતા ૩૦, કે ૨૦ કે તેથી ઓછી હોયછે. હુંકાળા ઓરડામાં લઈ જવાથી આસ્તે આસ્તે તેની ઉજ્જુતા વધેછે, તથાપિ ૩૨ં गरमी થતાંસુધી તેમાં બીજા કાંઈ વિકાર થતો નથી. ત્યારે તે ઓગળવા માંડેછે; અને તેનું પાણી થાયછે તેની ઉજ્જુતા પણ પ્રથમ ૩૨ં ની હોયછે.

મસ તાપવાળા વસ્તેવની મધ્યે અરક્કનો ગાંગડો નાંખશે તો એ જ્યાંલગી તેમાંની અરક્કરૂપે એક રજ પણ રહેશે ત્યાંલગી તેની ઉજ્જુતા ૩૨ં રહેશે, તેથી વધારે નહિ હોય. પાણીને ઉકાળાગિન્દુપર્યંત गरમ કરવામાં જે જોવામાં આવ્યું છે તેને પૂર્ણ સમાન્તર આ બનાવ છે. જ્યાંલગી પાણીનો કાંઈ ભાગ વરાળ થયાવિનાનો રહેછે ત્યાંલગી તેની ઉજ્જુતા વધતી નથી. વળી વરાળની ઉજ્જુતા પણ પ્રથમ ૨૧૨ હોયછે.

૪૪. વરફ ઘનરૂપ, પાણી પ્રવાહીરૂપ, અને વરાળ ગ્યાસ (વાયુ) રૂપ, એ એક સ્વાભાવિક વસ્તુની ત્રણ-સ્થિતિઓ છે; એ પ્રત્યેક સ્થિતિનો આધાર ઉજ્જુતાનું અમુક પરિમાણ છે.

જેવી ભિન્નતા હરકોઈ ત્રણ બીજાની વચ્ચે હોઈ શકે તેવી ભિન્નતા અરક્ક, પ્રવાહી પાણી, અને વરાળની વચ્ચે છે. એમ છતાં

તેઓ એક પાણી વસ્તુની સ્થિતિઓ છે એમ આપણે કહીએ છીએ તેનો અર્થ શો ?

એનો વાર્તાવિક અર્થ એ છે કે આપણે પાણીનું અમુક પરિમાણ લેઈએ, કહો કે એક ઘનઈન્ચ, અને તેનું પ્રથમ બરફ બનાવીએ અને પછી વરાળ કરીએ તો એ ત્રણે વિકારોમાં કાંઈક એક સરખું રહે તેવું છે. પ્રથમ તો એ કાંઈક એ ભૌતિકપદાર્થનું વજન છે. એટલા પાણીનો ભાર ૨૫૨૥ ગ્રેન છે, તેનું બરફ થયું તેનો ભાર ૨૫૨૬ ગ્રેન છે, અને તેની વરાળ થઈ તેનો ભાર ૨૫૨૬ ગ્રેન છે. બીજું એ છે કે, સરખા બળથી બરફ, પાણી, અને વરાળમાં સરખા વેગ-વાળી ગતિ આવેછે; અને ગતિ પામ્યા પછી જે કોઈ ખશી શકે તેવી ચીજ જોડે અથડાયાથી એકસરખી અસર ઉત્પન્ન કરેછે.

ત્રીજું એ કે, તમે રસાયનશાસ્ત્ર બાણુશો ત્યારે શીખશો, કે બરફ, વરાળ, અને પ્રવાહી પાણી એ ત્રણેમાંથી ઓક્સિજન અને હાઈડ્રોજન ગ્યાસો સરખા વજનમાં નીકળે છે, અને બીજું કાંઈ નીકળતું નથી. પ્રત્યેક ઘનઈન્ચ પાણી, ૧૭૦૦ ઘનઈન્ચ વરાળ, અને ૧૧૧ ઘનઈન્ચ બરફમાંની ૨૮ $\frac{1}{4}$ ગ્રેન હાઈડ્રોજન તથા ૨૨૪ $\frac{1}{4}$ ગ્રેન ઓક્સિજન નીકળે છે, અને બીજું કાંઈ નીકળતું નથી.

પાણીનું અને બરફનું અમુક આપેલું પરિમાણ હોય અને તેની વરાળ કરી હોય તેના ભારમાં જરાએ ફેર પડતો નથી તે પરથી સ્પષ્ટ જણાયછે કે વરાળ કરવાને જે ઉષ્ણતા ઉમેરી અથવા બરફ કરવાને જે ગરમી લેઈ લીધી તેમાં ભાર હોઈ શકે નહિ. માટે જે ઉષ્ણતા કે ગરમી ભૌતિકપદાર્થ હોય તો તે ભારવિનાનો હોવો જોઈએ—અને તેથી પહેલાં ઉષ્ણતાને નિર્ભાર પદાર્થ કહેતા. એને તાપતત્વ નામે એક પ્રકારનો ફલુઇડ ધારતા અને ભારવિનાનો તથા પદાર્થોને તપાવવામાં આવે તેવારે તેઓમાં પેશી તેઓના રજકણોને એક એકથી દૂર ધકેલનાર અને તેઓમાંથી નીકળી જાય અને તેઓ ઠાઠા પડે ત્યારે તે રજકણોને એક એકની પાસે પાછાં જવા દેનાર વસ્તુ ધારવામાં આવતી.

૪૬. ઉષ્ણત્વાનાં દર્શનો એ ભૌતિક પદાર્થોના રજક- ગોની ઉતાવળી ગતિનાં કાર્યો છે.

તોપણ એટલું નક્કી છે કે ગતિથી ઉષ્ણતા ઉત્પન્ન થઈ શકે છે. પાઈ ઘસવાથી ગરમ થાય છે એ સર્વ જાણે છે. કસખી હુવાર લો-
દાનો કકડો લાલ થાય એટલો જોનો ટીપીને કરી શકશે. ગાડીના પૈ-
ડાને બરોબર ઊંઝ્યાં નથી હોતાં ત્યારે તેઓની ધરી નાભીમાં (ના-
યડીમાં) ઘસાવાથી તપી જઈ લાલ થાય છે; અને એ બરફના
કકડાને પણ એક એકની જોડે ઘસવાથી આગાળી શકાય છે. જે ઈ-
દ્રિયબોધ કે લાગણીને આપણે ઉષ્ણતા કે ગરમી કહીએ છીએ અને
જે સકળ દેખાવો ઉષ્ણતાથી થતા ગણીએ છીએ તે સર્વે ભૌતિક
પદાર્થની ઉતાવળી ગતિનાં કાર્યો છે એ માનવાને પુષ્કળ કારણો છે
એવું તમે પદાર્થવિજ્ઞાન શીખશે ત્યારે જાણશે.

તોપણ સ્થિર કે શાંત વસ્તુને ગતિનાં જરાએ ચિન્હ દર્શાવ્યા વિના
તપાવી શકાય. ખાલામાં ઝરે ગરમીવાળા પાણીનું પૃષ્ઠ જેટલું શાંત
હોય છે તેટલુંજ ૧૦૦ ગરમીવાળા પાણીનું હોય છે. તો ઉષ્ણતા એક
પ્રકારની ગતિ છે તથા હરકોઈ વસ્તુ જેમ વધારે તપેલી તેમ તે
વસ્તુમાં ગતિ વધારે એમ કહેવાનો શો અર્થ ?

એ પ્રશ્નનો ઉત્તર એ છે કે ઉષ્ણતાદર્શન જે ગતિવડે થાય છે તે
તપેલી વસ્તુના આખા પિંડની દેખાઈતી ગતિ નથી, પરંતુ જે રજ-
કણોની તે વસ્તુ થયેલી છે તેઓની પ્રત્યેકની ગતિ છે. અને દરેક
રજકણ સીધો આગળ ચાલતો નથી, પણ તેજ સ્થળમાં મોટા ઘ-
ડિયાળના લોલકની કે નાના ઘડિયાળના સમતોલક ચક્રનીપેઠે આગળ
અને પાછળ આવજા કરે છે. વસ્તુતઃ તે એક પ્રકારનું આન્દોલન
કે કંપારો છે; પ્રત્યેક આન્દોલન કે કંપારો બહુ થોડા અંતરમાં અને
ઘણી ઝડપથી થાય છે. જેમ ભૌતિકપદાર્થના રજકણોની આન્દો-
લમાન ગતિથી એટલે કંપારાથી નાદ (અવાજ) થાય છે તેમજ
(તેજ કારણથી) ઉષ્ણતાનો બોધ થાય છે. તંબુરાદિક વાદિત્રોના તા-
રાની ભમરીઓને હાથ લાગવાથી તે કંપે છે એ નક્કી છે, કેમકે જે

સુર નીચો હશે તો તમે તે નજરે જોઈ શકશો. હવે જો તમે લાકડાના લાંબા કડકડાને એક છેડે તે બમરીને લગાડશો તો તેની ધ્રુવગતિ લાકડાના રજકણોમાં પ્રવેશ કરશે અને તે લાકડાને ખીંચે છેડે કાન લગાડશો તો તે ધ્રુવરે તમે મોટેથી સાંભળશો. જ્યાં-સૂધી નાદ સંભળાયાં કરશે ત્યાંસૂધી લાકડાના રજકણોમાં આંદોલન ગતિ જરૂરી હોવાની. તોપણ લાકડાનો આખો કંકડો હાલતો ચાલતો જણાતો નથી. રજકણો આંદોલન કરેછે, પણ તેઓ એટલા સૂક્ષ્મ સ્થળમાં તેમ કરેછે કે તેઓની ગતિ અચોક્કસ છે.

પરંતુ ભૌતિકપદાર્થના જે રજકણો તેઓના કંપારાથી ઉપજતા દર્શન ઉત્પન્ન કરેછે તેઓ શું છે ?

૪૬. પાણીની રચના.

આપણે જોયું કે સ્વચ્છ પાણી પૂર્ણ નિર્મળ અને પારદર્શક હોયછે. નરી આંખથી તેના એક ભાગ અને બીજા ભાગની વચ્ચે કંઈ ભેદ જણાતો નથી. બીજા બોલોમાં કહીએ તો તેને દેખાતું પાત કે નજરે જણાય તેવી રચના નથી. તોપણ એપરથી એમ ન કહેવાય કે તેને રચના ખરેખરી નથીજ, કેમકે જેઓનો દેખાવ એક-સરખો છે કે જેઓ સર્વણું દેખાયછે એવી ઘણી ચીજો છે, તથાપિ વર્ધદર્શક કાચવડે પારખી જોતાં તેઓને રચના છે એમ માલૂમ પડેછે. ઉદાહરણ, બારીક કુમાશવાળા ઘોળા કાગળનો તા પૂર્ણ એક-સરખો અને સુંવાળો નજરે દેખાયછે; પણ થોડી શક્તિના વર્ધદર્શક કાચમાંથી જોતાં લાકડાના સૂક્ષ્મ તંતુઓ દેખાયછે. એ તંતુઓનો તે અનેલો છે. પ્રખળ સૂક્ષ્મદર્શકયંત્રવડે નિરખતાં તે કાગળ ખરખચડી સાદડી જેવો દેખાયછે.

પણ સૂક્ષ્મદર્શકયંત્રમાંથી જોવાની વસ્તુઓને કાચની નાની પટ્ટી ઉપર મૂકેછે તેવી પટ્ટી ઉપર પાણીનું નાનું ટીપું મેલી તેના ઉપર પાતળો કાચ એવી રીતે મૂકીએ કે તે પાણી પથરાઈ બહુ પાતળું પડે અને, (એ પડની જડાઈ એક ઇંચના $\frac{1}{1000}$ ભારથી કદાચ વધારે નહિ હોય). વધારેમાં વધારે શક્તિવાળા સૂક્ષ્મદર્શકયંત્રથી

તપાસતાં તે એકસરખું દીસેછે, અને પ્રથમ જેમ તેના કણો જણાતા નહિ તેમ એમાંથી પણ જણાતા નથી. એથી પણ એવું સિદ્ધ થતું નથી કે એક એકથી સ્પષ્ટ જુદા રહેલા સૂક્ષ્મ ભાગો કે કણોનું પાણી બનેલું નથી. એપરથી એટલું માત્ર જણાય કે એ કણો એટલા અતિ ઝીણા છે કે વ્યાસને ચાર કે પાંચ હજાર ગણા મોટા દેખાડનારા સૂક્ષ્મદર્શકયંત્રમાંથી પણ તેઓ પારખી શકાતા નથી.

એ તો નક્કી છે કે ધન પદાર્થના ભાગો એટલાબધા ઝીણા કણોમાં થઈ શકેછે કે સર્વોત્તમ સૂક્ષ્મદર્શકયંત્રોમાં પણ તે કણો નજરે પડતા નથી. સાધારણ રાજ પાણીમાં ઓગળતી નથી, પણ જલદ દારૂમાં કે મધાર્કમાં તે તુરત ઓગળી જાયછે, અને રાજનો રોગાન એમધાર્કમાં ઓગળેલી રાજ છે. રાજના રોગાનમાં પાણી રેડવાથી મધાર્ક પાણી જેટલે મળી જાયછે, અને રાજનો રોગાન દેખી શકાય તેવા ધોળાશ મારતા રજકણોના બનેલા દર્દિ જેવા પદાર્થરૂપે નીચે એસેછે. પણ જે એ રોગાનનું એક ટીપું મસ પાણીમાં, કહો કે અર્ધા પેન્ટ પાણીમાં, નાંખી તેજ વખતે પાણીને ખૂબ ડોળીએ તો તે ધનરૂપે છૂટું પડી જશે ખરું, તથાપિ તેના વિભાગો અતિ સૂક્ષ્મ થઈ જવાના. રાજના ધનકણો નરી આંખને છૂટા દેખાશે નહિ, પણ પાણી ઝાંખા દૂધના રંગનું થશે.

પાણીમાં રાજના ધનકણો પ્રસરેલા હોવાથી તેનો (પાણીનો) રંગ દૂધ જેવો જણાયછે; અને જે પ્રયોગ બરાબર રીતે થઈ શકે તો એ રોગાનનું એક ટીપું પાણીમાં પ્રસરાવી શકાય, અને મોટામાં મોટી શક્તિવાળા સૂક્ષ્મદર્શકયંત્રથી તપાસી શકાય અને એ કણોમાંનું કોઈએ નજરે પડે નહિ. આંખના સંબંધમાં તો સ્વચ્છ પાણીનું ટીપું પ્રસરાવ્યા જેવું હોઈ શકે. જે ધનકણોનો વ્યાસ $\frac{1}{100000000}$ ઇંચ હોય તેપણુ સર્વોત્તમ સૂક્ષ્મદર્શકયંત્રમાંથી કેવળ સ્પષ્ટ જોઈ શકાયછે; અને સંભવિત છે કે એથી મસ નાના વ્યાસના અપારદર્શક ધનરજકણો ધાભા કે આભલા જેવા દેખા દે. માટે રાજના રજકણો અદૃશ્ય રહે એટલા બધા તેઓથી એ નાના હોવા જોઈએ. એ ઉપરથી એમ નીકળે છે કે જે પાણી $\frac{1}{100000000}$ ઇંચ વ્યાસવાળા ભિન્નકણો

કે બિંદુઓનું બનેલું હોય અને તેથી તેની રચના અતિ સૂક્ષ્મ ગોળા-
ઓનો સમૂહ હોય તો આજપર્યંત બનેલા કોઈ સૂક્ષ્મદર્શક્યંત્રવડે
તે રચનાનું કશું ચિન્હ નજરે પડે નહિ. તેનો કોઈ પ્રત્યક્ષ પુરાવો
આપણે મેળવી શકીએ નહિ.

૪૭. ધારણા કે પ્રતિજ્ઞા; તેનો ઉપયોગ અને માલ.

કોઈ સ્વાભાવિક સત્યવિષે નિરીક્ષા કરવાનાં સાધનો કોઈ મર્યા-
દાથી આપણને વધારે આગળ લઈ જઈ શકે નહિ ત્યારે ત્યાંથી
એક ડગલું આગળ ભરી શકીએ તો શું જોવામાં આવે તેની ધારણા
કરવી એ સંપૂર્ણ ઉચિત અને ઘણીવાર અતિ ઉપયોગી છે. આ
પ્રકારની ધારણાને પ્રતિજ્ઞા કહેછે. એવી કોઈ પ્રતિજ્ઞા ખરી છે
એવું માની તેવડે તર્ક કરતાં જે દૃગ્વિષયસંબંધી તે હોય તે વિષયને
જેટલે દરજ્જે સમજાવી શકે તેપ્રમાણે તેમાં માલ ગણવામાં આવેછે.

ઉદાહરણ.—તમારી પાછળ નજીકમાં કોઈ આદમી બોલે છે, અને
એકાએક તમારી પીઠ ઉપર મુકો વાગ્યો તો તે મારનાર કોણ તેનો
પ્રત્યક્ષ પુરાવો તમારી પાસે નથી; અને ત્યાં તમે બે જણાજ હો તો
તે તમને મળી શકે પણ નહિ; તથાપિ તમે તુરત ધારોછો કે એ મા-
ણસે તે મુકો તમને માર્યો. હવે એ ધારણા કે પ્રતિજ્ઞા છે, અને તે ઉ-
ચિત છે તેનું એક કારણ એ કે જે બનાવ બન્યો તેનો ખુલાસો કરેછે,
અને બીજું એ કે બીજો કોઈ ખુલાસો સંભવિત નથી; સંભવિતનો
અર્થ એ કે સૃષ્ટિના સાધારણ ક્રમપ્રમાણે. તમારો સાથી એમ કહે
કે તમને મુકો વાગ્યો એ તમારી કલ્પના છે, અથવા કોઈ અદૃશ્ય
પ્રેતે માર્યો તો સંભવિત છે કે તમે તેનો એ ખુલાસો માનશો નહિ,
તમે કહેશો કે જે પ્રતિજ્ઞાઓવડે તે ખુલાસો કરેછે તે અતિ અસંભ-
વિત છે; અથવા બીજા બોલમાં કહીએ તો એમ કે સૃષ્ટિના સાધા-
રણ ક્રમમાં એ પ્રકારની કલ્પનાઓ આવતી નથી, અને પ્રેતો મુકા
મારતા નથી. વસ્તુતઃ તેથી ધારણા કે પ્રતિજ્ઞા અનુચિત અને ત-
મારી ઉચિત લાગવાની; અને તમે તમારી પ્રમાણે વર્તશો એવો પૂરો
સંભવ છે. આપણા નિત્યના ભવ વ્યવહારમાં આપણાં નવ-દશાંશ

કૃત્યોનો પાયો ધારણા કે પ્રતિજ્ઞા છે, અને આપણા કામકાજનું સફળ કે નિષ્ફળ થવાનો આધાર એ ધારણાઓના ઉચિતપણા ઉપર છે. કોઈ માણસ સદા સાચો છે એવું ધારી તમે તેનું કહ્યું ખરું માનો છો; તે નાણાં પાછાં આપી શકશે એવું ધારી તમે તેને નાણાં ધીરો છો.

એમ સર્વ કોઈ ધારણા (પ્રતિજ્ઞા) કહ્યે છે. અને જે બનાવોના કારણનો તેમની પાસે પ્રત્યક્ષ પુરાવો નથી તેઓને માટે તેમ કરવાની તેઓને જરૂર પડે છે; અને સાધારણ સંસાર-વહેવારના કામકાજમાં ધારણા કરવી એ જોઈતું ઉચિત અને જરૂરનું છે તેટલુંજ સાયન્સમાં છે. સાયન્સની શોધને માટે તર્ક કરનારે માત્ર એટલુંજ યાદ રાખવું કે ધારણા કે પ્રતિજ્ઞાને સાધન સમજવું, હેતુ કે પરિણામ ગણવાં નહિ, સૃષ્ટિનો ક્રમ સમજવવામાં સહાય કરે સ્વાલગી તેને સ્વીકારવી; તથાપિ તે ક્રમના કોઈ ભાગની વિશ્દ્ધ માલૂમ પડે કે આનાકાની વિના તેને તુરત તજવી જોઈએ. આ વાત કોઈવાર ભવના રોજના કામકાજમાં વિસારી દેવામાં આવે છે.

૪૮. પાણીવિષે પ્રતિજ્ઞા (ધારણા) એવી છે કે તે પૃથક્ કણોનું બનેલું છે.

પાણીના પૃથક્ કણો આપણે જોઈ શકતા નથી, અને જો તે તેઓનું બનેલું હશે તોએ તેઓને જોઈ શકવાની ઝાઝી આશા નથી એવું પૂર્વે જણાવવામાં આવ્યું છે. તથાપિ વાશી પાણી એવા કણોનું બનેલું છે એવું ધારવાથી પાણીના ગુણોનો પ્રકાશ કરી શકાય તો તે ધારવું કેવળ ઉચિત છે.

તો ધારો કે પ્રવાહી પાણીનો હરકોઈ અંશ કણોની અતિ ઘણી મોટી સંખ્યાનો બનેલો છે, અને તેના વ્યાસની લંબાઈ એક ઇંચનો દશ લાખમો ભાગ (અને સંભવિત છે કે તેથીએ નાનો) છે. કણોને આપણે અણુ કહીશું.

ભૌતિકપદાર્થના સામાન્ય ગુણો (૧૮ મી કલમ) પ્રમાણે ધારણા કરવી કે એ અણુઓમાં એક એકની કને જવાનું વલણ છે એ વાજબી છે. વળી પાણી કિંચિત્ સંકોચન પામી શકે છે તે ઉપ-

રથી ધારણા કરવી કે અણુઓ એક એકને વાસ્તવિક સ્પર્શ કરી રહેલા નથી, અને ધૂળવાળા ઓરડામાંની હવામાં ઊડતી રજો જેમ એક એકથી છૂટી છે તેમ એ અણુઓની વચ્ચેમાં અવકાશ હોઈ તેઓ એક એકથી છૂટા છે એ ગેરવાજબી નથી.

એ અણુઓ છૂટા શાથી રહ્યા છે? આપણે જાણ્યું છે કે ભારે બાહ્ય દબાણથી પણ તેઓ એક એકની સહજ વધારે સમીપ જાય છે; એ માટે તેઓને એક એકથી વેગળા રાખનાર કોઈ પ્રકારનો પ્રતિરોધ તેની બરાબર છે. જે ઈન્દ્રિયબોધને આત્મણે ઉજ્જણતા કે ગરમી ઓળખીએ છીએ તેનું અને આ પ્રતિરોધનું મૂળ એકજ હોવું જોઈએ, કારણ કે આપણે જોયું કે ગરમી ઘટવાથી પાણીનું કદ ઘટે છે; એટલે અણુઓને વધારે પાસે આવવા દે છે; એટલે એક એકથી દૂર રહેવાનું વલણ ઓછું થાય છે. ઉજ્જણતા વધે છે ત્યારે એથી ઉલટું બને છે, તેમ થવાથી પાણીનું કદ વધે છે; એટલે અણુઓને એક એકથી દૂર રહેવાનું વલણ વધે છે.

ધારો કે પાણીના અણુઓના એક એકની પાસે આવવાના કારણનું નામ આપણે આકર્ષક બળ પાડીએ; અને તેઓને એક એકથી છૂટા રાખવાના કારણને પ્રતિસારક બળ કહીએ. એ બીજું કારણ આપણને ઉજ્જણતાબોધે કરીને જાણાય છે, અને આપણે જોયું તેમ, પૂરો સંભવ છે, કે તે અણુઓની ઉતાવળી આન્દોલક કે ભ્રમણ ગતિ છે. પાણી પ્રવાહી સ્થિતિમાં હોય છે ત્યારે એ બજો એવાં સમાન આવી રહ્યાં છે કે અણુઓને ચલન કરવાની પૂર્ણ છૂટ મળે છે અને તેઓ એક એકની સાથે રહે છે.

ગરમી ઉમેરવાથી પ્રતિસારક બળ એટલે સૂધી વધે છે કે અણુઓ પહેલા હતા તેથી દરેક દિશામાં એક એકથી બારગણા દૂર ખસે છે; અને આકર્ષક બળ છતાંયથી અણુઓ અંધીઆર પાત્રમાંથી નીકળવાની છૂટ મળવાથી અંધી દિશામાં ઊડી જાય છે. ઉજ્જણતા લેઈ લેવાથી એથી ઉલટું બને છે, પ્રતિસારક બળ એટલેજગી ઘટી જાય છે કે અણુઓ છૂટા પડતા નથી અને પાણી ધનરૂપ ધારણ કરે છે.

એનું સંભવ છે કે ઉદ થી ઓછી ઉજ્જણતાએ પાણીના પૂલવાનો

આધાર અણુઓ એક એકની પાસે આવેછે તેવારે તેઓની કોઈ વિશેષ ગોઠવણ ઉપર છે. જો ચાર ચાર માણસોની ચાર હાર એકની પાછળ એક એમ જિભી રાખીએ અને તેમાંનો દરેક આદમી તેના સાથીથી એક ડુટને છેટે હોય તો એ સાળ આદમીઓ એમ જોટલી જગા રોકે તેથી વધારે જગા તેઓ એક એકની વધારે પાસે જિભા રહી પોલો સમચોરસ અને તેમ જિભા રહે તો રોકી શકે. ધન અવસ્થા ધારણ કરવામાં પાણીના અણુઓ કોઈ અમુક ક્રમમાં ગોઠવાય છે એ અરક્તના ક્રાટિકરૂપ ઉપરથી જણાયછે. કોઈ નિશ્ચિત ભૂમિતિક આકાર પ્રમાણે પ્રત્યેક રવાના અણુઓ ગોઠવાય છે તેથી તેનો ઘાટ હોયછે તે બનેછે.

પાણી પૃથક્ કે ભિન્ન કણોનું બનેલું છે એ પ્રતિજ્ઞા એમ ઉપયોગી છે, કેમકે પાણીના ગુણોસંબંધી ખુલાસો કરવામાં તે સહાય કરેછે. અને તમે પદાર્થવિજ્ઞાનનો અભ્યાસ કરશો અને ગતિના નિયમો શીખશો ત્યારે તમને માલૂમ પડશે કે અવલોકન અને પ્રયોગથી સિદ્ધ થયેલાં અગણિત સત્યોનો ખુલાસો આ પ્રતિજ્ઞાથી થઈ શકેછે. માટે જ્યાંપર્યંત એની વિરૂદ્ધ સત્યો જણાં નથી ત્યાંપર્યંત સુદ્ધિના ક્રમનો પ્રકાશ કરનાર તરીકે એને સ્વીકારવી અને ઉપયોગમાં લેવી એ વાજબી છે.

૪૯. સંભવિત છે કે સકલ ભૌતિકપદાર્થ અણુઓનો કે પરમાણુઓનો બનેલો છે.

પાણી પૃથક્ (ભિન્ન) કણોનું બનેલું છે એ ધારણા જે કારણોને લીધે સ્વીકારવામાં આવી તેઓજ તેને ભૌતિકપદાર્થનાં બધાં રૂપોને કે પ્રકારોને લાગુ પાડવાં એ ખરૂં છે એમ દર્શાવેછે.

ઉદાહરણને માટે પાણી લઈએ. એ ધાતુ પારાના અત્યંત બારીક કણોનો બનેલો ધારી શકાય, અને ઉષ્ણતામાનપ્રમાણે તેઓ ધનરૂપ કે પ્રવાહીરૂપ (સાધારણ પાણી જે રૂપે જોવામાં આવેછે તે) અથવા વાયુરૂપ (વરાળરૂપ) ધારણ કરેછે. પાણી ઉપર હરકોઈ ક્રિયા કર્યા છતાં તેમાંથી પારાવિના બીજું કંઈ નીકળતું નથી. પારાના

કણોના કદી વિભાગ થઈ શક્યા નથી તેમાટે તેઓ બહુધા **પરમાણુ** કહેવાયછે. જે કણોના ભાગ થઈ શકે નહિ તેઓને **પરમાણુ** કહેછે. પારો તત્ત્વ કહેવાય છે. જે પદાર્થ અભિન્ન એટલે એકથી વધારે પદાર્થોના બનેલો નથી તે તત્ત્વ કહેવાય.

આ ઉદાહરણમાં સત્ય અને ધારણાનો ભેદ દેખાડવો બહુ ઉપયોગી છે. સત્ય એ છે કે આજસૂદ્ધી સ્વચ્છ પારામાંથી સ્વચ્છ પારા વિના બીજું કંઈ નીકળ્યું નથી. પારો અભિન્ન પદાર્થ છે અને તે વાસ્તે તેના કણમાંથી ભેગ કાઢી શકાય નહિ એટલે તેમાંથી બીજા પદાર્થો કાઢી શકાય નહિ એ ધારણા છે, અને તે ભવિષ્યનાં અવલોકન અને પ્રયોગો બહાલ રાખે કે ન રાખે.

દોઢસો વર્ષોપર યૂરોપમાં પાણીને પણ પારાની પેઠે સર્વ કોઈ તત્ત્વ માનતા.* પરંતુ પાણી મિશ્ર પદાર્થ છે એ હવણા પ્રખ્યાત સત્ય છે. વસ્તુતઃ આગળ કહ્યું તેમ પાણીના કણોના ભાગ ઝટ થઈ શકેછે એટલે તેઓનું **પૃથક્કરણ** થઈ શકેછે. પૃથક્કરણથી તેમાંથી બે કેવળ નોખા વાયુઓ નામે ઑક્સિજન અને હૈડ્રોજન નીકળેછે. તે હરકોઈ જાણવામાં આવેલા ઉજ્જ્વલતામાનમાં વાયુરૂપે રહેછે, પરંતુ અત્યંત શીતળતાની જોડે બહુ ભારે દબાણ લગાડવાથી તેઓને પ્રવાહી રૂપમાં અણાયછે. પાણીનું પૃથક્કરણ કરવાની રીત તમે રસાયનવિદ્યાનો અભ્યાસ કરશેા ત્યારે શીખશેા. ઑક્સિજન અને હૈડ્રોજન એ બંનેનેવિષે ધારણા એવી છે કે તેઓ કણોના બનેલાછે, અને હાલનાં જણાયલાં હરકોઈ સાધનોવડે બેમાંથી એકેના કણોનું પૃથક્કરણ થઈ શકતું નથી માટે તેઓને પારાના કણોની પેઠે **પરમાણુ** ગણવામાં આવેછે.

નવભાર સ્વચ્છ પાણીનું પૃથક્કરણ કરવાથી તેનું હમેશ આઠભાર ઑક્સિજન અને એક ભાર હૈડ્રોજન થાયછે. માટે પાણીનો ધારેલો

* પ્રાચીન સંસ્કૃત ગ્રંથમાં પણ પાણીને તત્ત્વ કહ્યું છે અને જેઓ અર્વાચીન શોધોથી અજાણ્યા છે તેઓ હજી તેને તત્ત્વ માનેછે.

કણ કે આણુ એ વજનપ્રમાણે ઑક્સિજન અને હૈડ્રોજનનો બનેલો હોવો જોઈએ; અને પાણીના પ્રત્યેક આણુમાં એક ઑક્સિજનનો પરમાણુ અને બે હૈડ્રોજનના પરમાણુ હોવા જોઈએ એવું માનવાને રસાયનશાસ્ત્રને કારણો મળે છે. એમ હોય તો પાણીની રચના આપણે ધાર્યું હતું તેથી વધારે ગુંચવાયલી હોવી જોઈએ; તથા પાણીનો દરેક કણ (આણુ) ત્રણ ભિન્ન પરમાણુઓનો બનેલો દાણો હોવો જોઈએ.

૫૦. તત્ત્વો (અમિશ્રિત ભૌતિકપદાર્થો) નાશ પામતા નથી તથા સૃષ્ટિમાં તેઓના પરિમાણમાં વધારો થતો નથી.

આપણા જાણવામાં આવ્યું છે કે એક ધનર્થન્ય પાણીને તાપ વિદ્યારી નાંખે છે, તે નાશ પામતું નથી, પરંતુ તેનું પ્રવાહીરૂપ બદલાઈ વાયુરૂપ થાય છે, તેના વજનમાં કંઈ ફેર પડતો નથી. એજ ધનર્થન્ય પાણીનું પૃથક્કરણ ઑક્સિજન અને હૈડ્રોજન ગ્યાસો (વાયુઓ) માં થાય છે તેથી પાણીનો નાશ થાય છે ખરો, તથાપિ જે પદાર્થનું તે બનેલું હતું તે વજનમાં તેટલુંજ રહે છે. જે પાણીનો ભાર ૨૫૨.૫ ગ્રેન હશે તો ઑક્સિજનનો ૨૨૪.૪૫ ગ્રેન થશે અને હૈડ્રોજનનો ૨૮.૦૫ ગ્રેન થશે. અને માણસથી જે જે થઈ શક્યું છે તે કશાથી-એ બેમાંના એકે ગ્યાસના આપેલા (માપેલા) વજનપર કંઈ અસર થઈ નથી. આજપર્યંત એમ જાણાયલું છે કે તત્ત્વપદાર્થોનો ભાર તેઓની હરકોઈ હાલતમાં વધ-ઘટ પામતો નથી અને જે કોઈરૂપ તેઓ ધારણ કરે તેમાં તેઓના ભારથી તેઓ પરબાય છે. એ જો ખરું હોય તો પદાર્થ અક્ષય છે એ પ્રકૃતિનિયમ છે એમ એપરથી નીકળ્યું; તેનું પરિમાણ વધતું નથી અને ઘટતું નથી.

એ પરથી વળી એમ પણ નીકળે છે કે સૃષ્ટવસ્તુઓ અને કૃત્રિમવસ્તુઓ એક બાબતમાં એક એકને મળે છે. બેહુનેમાટે એ ખરું છે કે જે ભૌતિકપદાર્થના તેઓ થયેલા છે તે કદી નાશ પામતો નથી, અને કદી વધતો નથી; અને એ માટે કૃત્રિમ દુનિયામાં જેમ માણ-

સની મારફતે સદૃષ્ટપદાર્થોને જોડવા અને છૂટા પાડવામાં બનાવેલો . ક્રમ રહેલો છે તેમ સૃષ્ટિમાં પણ બનાવેલો ક્રમ પ્રકૃતિવડે પદાર્થોને જોડવા અને છૂટા પાડવામાં રહેલો છે.

૫૧. સાદું મિશ્રણ.

પાણીને તોડી જે તત્ત્વોનું તે બનેલું છે તેઓને છૂટાં શી રીતે પાડવાં અથવા પાણીનું પૃથક્કરણ શી રીતે કરવું તે જાણવાને તમારે રસાયનવિદ્યાની પ્રથમ પોથી વાંચવી. પણ તે વિદ્યાના અભ્યાસ આરંભ્યા પહેલાં પાણીથી પ્રદર્શિત થાય તેવા સંયોગીકરણ અને પૃથક્કરણના સાદા દાખલાવિષે વિચાર કરવા ઉપયોગી છે.

થોડી રશનાઈવડે રંગીત કરેલા અચ્છર પાણીમાં તેટલું બીજું સ્વચ્છ પાણી ઉમેરતાં બેલુ તુરત ભેળસેળ થઈ જશે; પાણીનું કલ પરિમાણ એક શેર થશે; અને પ્રથમના અચ્છરનો રંગ જેટલો ઘેરો હતો તેથી અર્ધો ઘેરો જણાશે. આ દાખલો સાદા મિશ્રણનો છે. એ મિશ્રણનું કદ ભેળેલા પાણીઓના કદોના સરવાળા બરાબર છે, અને તેઓના ગુણોમાં કોઈ વિકાર થયો નથી. પાણીની વરાળ થાયછે ત્યારે જળ ગ્યાસ કે વરાળ એવ રીતે વામાં બળેછે, વરાળના કણોમાંના કણો જોડે બધે સરખું પ્રમાણ થતાંલગી ભેળસેળ થઈ જાયછે. એમજ રેતી અને ખાંડને એકેના ગુણમાં અથવા જેટલી જગ્યા તેઓ પ્રથમ રોકતાં હતાં તેઓમાં ફેરફાર કર્યા વિના ભેળી શકાય. વાપરનારના કમનસીબે ઘણીવાર એ બેને ભેળવામાં આવેછે.

પાણી અને તેલનું એથી ઉલટું છે. તેઓ એમ ભેળસેળ થતાં નથી. પાણીમાં તેલ કે તેલમાં પાણી રેડી ગમે એટલાં બેને હલાવીએ કે ડાળીએ પણ તેઓ મળી જતાં નથી; ડાળવાથી મળેલી ગતિ બંધ પડી એ પ્રવાહીઓ સ્વસ્થ થાય કે તેલ હલકું હોવાથી પાણીની ઉપર તરેછે. તેમજ પાણે અને પાણી ભેળસેળ થતાં નથી. પાણે ઘણો વધારે ભારે હોવાથી પાણીની નીચે વાસણને તળીએ દોડી જાયછે. રેતી કે લોઢાનો વહોર પણ પાણીજોડે ભેળસેળ થતો નથી.

ભારે હોવાથી તેઓ પાણીને તળીએ બેસેછે. બરફનો ભૂકો, બીજે રૂપે પાણી છતાં, બરફ જેવા ટાઢા પાણીમાં ભેળસેળ થતો નથી; તે હલકો હોવાથી પાણીની ઉપર તરેછે.

૫૨. મિશ્રણ થવાથી ઘટલનું વધવું; મધાર્ક અને પાણી.

દાર્દનો જલદ સાર (મધાર્ક) સાફ પારદર્શક પ્રવાહી છે, અને પાણી જેવો દેખાયછે પરંતુ ઘણીજ ગુદી વસ્તુ છે. તેનો પુરાવો— ઘણી ઓછી ઉજળતાએ તે ઉકળે છે, તેનો ભડકો નીલારંગનો થાયછે, તેમાં કેરી ગુણો છે, અને તેલની માફક તે પાણીથી ઘણો હલાકો છે. હવે ધારો કે દશ સરખા ભાગો માંડેલા એવું ઊંચું માપું આપણે લે-
ઈએ. એમાંના નીચલા પાંચ ભાગ પાણીથી ભરો અને પછી કોઈ પ્રકારે રંગેલો અતિશે જલદ મધાર્ક તે ઉપર બહુ હળવે રીતે દશમા આંકસૂધી રેરો. એમ કરવાથી એ માપામાં નીચે પાંચ ભાગ પાણી થશે અને તેની ઉપર તેની બરાબર કે પાંચ ભાગ, રંગેલો મ-
ધાર્ક થશે. જ્યાં બેનો સ્પર્શ થાયછે ત્યાં થોડેક નીચે પાણી રંગીત થાયછે, પણ રંગ બહુ નીચે ઉતરતો નથી તેપરથી જણાયછે કે સહ-
જ મિશ્રણ થાયછે. એ પ્રવાહીઓ મુશ્કેલીથી ભળી જાય તેમાટે એમ થતું નથી; કેમકે સહજ હલાવવાથી સંપૂર્ણ ભેળસેળ થઈ જત-
યછે, અને મધાર્કના રંગથી મિશ્રણનો રંગ અર્ધો ઘેરો થાયછે, અને સ્વચ્છ મધાર્કના અને સ્વચ્છ પાણીના બીજા ગુણો છે તેઓમાંના ઘણાક મધ્યમ (અર્ધો અર્ધ) થાયછે.

રંગીત પાણીમાં સ્વચ્છ પાણી ઉમેરવાથી જેમ સાદું મિશ્રણ થયું હતું તેવું એટલે સૂધી એ બેનું પણ થયું; પણ વાસ્તવિક કાંઈ વ-
ધારે બન્યું છે. દરેક પ્રવાહી ગુદો હતો ત્યારે જેટલો ઉજળ હતો તેથી આ મિશ્રણ મસ વધારે ઉજળ છે; અર્થાત્ ગરમી ઉત્પન્ન થઈછે. એ મિશ્રણ શીતળ થયા કેડે માપાના આંકાપર જોશો તો દશથી સ્પષ્ટ નીચે ઉતરેલું જણાશે, અથવા નવ ત્રણ અતુર્થાશિપર દે-
ખાશે. એ પ્રવાહીના કદોના સર્વાળાથી મિશ્રણનું કદ ઓછું છે તે-

પરથી એમ નીકળે છે કે પાણીના ઘટત્વ અને મધાર્કના ઘટત્વને મધ્યભાગે એ મિશ્રણનું ઘટત્વ ન હોતાં તેથી વધારે છે. ખીબ્બ શબ્દોમાં કહીએ તો એમ કે પ્રત્યેક પ્રવાહી નોખો હતો તેવારે તેઓના આલુઓ જેટલી જગા રોકતા હતા તેટલી મિશ્રણમાં રોકતા નથી, દબાણથી જેમ દશ ભાગો નવ ત્રણ ચતુર્થાંશપર (એટલે પોણા દશપર) આવે તેવું મિશ્રણ કરવાથી થયું; મિશ્રણમાંથી ગરમી કાઢી નાંખવાથી સંકોચ થાય તેવું સંકોચન થયું. વસ્તુતઃ આપણે જોયું તેમ મિશ્રણમાંથી ઉજ્જ્વલતા નીકળી.

એ બંને પ્રવાહીઓથી તેઓના મિશ્રણમાં એક બીજને બેદ છે. તે પાણી કરતાં ઓછું, અને મધાર્કથી વધારે ઉજ્જ્વલતામાને ઉકળે છે અને ખરડ થાયછે. એકલો (સ્વચ્છ કે અમિશ્ર) મધાર્કનો ખરડ થાય એટલો અઘાપિ દુર્ગંધ નથી. જેમ બીની રેતીમાં પાણી પ્રસરેલું હોયછે તેમ માત્ર મધાર્કના આલુઓ પાણીના આલુઓમાં પ્રસરેલા હોય તો જેટલી ઉજ્જ્વલતાએ મધાર્ક ઉકળે છે તેટલીએ તેઓએ વાયુરૂપ ધારણ કરવું જોઈએ; અને એમ હોય તો પાણીમાં ભળેલો મધાર્ક ગાળી કાઢવો સહેલો પડે. પણ તેમ થતું નથી. મધાર્ક અને પાણીના મિશ્રણને તપાવે તે વેળા બધા પાણીને જોરથી પકડી રાખવાને કળીચૂનો કે તે કામ કરે તેવી બીજી કોઈ વસ્તુ તેમાં નાંખવામાં ન આવે તો પાણીથી છૂટો પડેલો મધાર્ક ખેંચી શકાય નહિ.

એમ પાણી અને મધાર્કને એકઠા કરવાથી જે પ્રવાહી બનેછે તે માત્ર એવું મિશ્રણ નથી કે તેના ગુણો, એ બે પ્રવાહીના ગુણો જાળવામાં હોવાથી, જાળવામાં આવી ચૂક્યા કહેવાય; પાણીના કણોએ અને મધાર્કના કણોએ કેટલેક દરજ્જે એક એકપર અસર કરેલી અને પ્રત્યેકના પ્રથમના ગુણો બદલાયલા એવો નવો પદાર્થ બનેછે.

પાણીનો સ્પર્શ કેટલાક ઘનપદાર્થો સાથે થાયછે ત્યારે જુદા જુદા પદાર્થોની આમ એક એકપર અસર થાયછે તે વધારે સ્પષ્ટ દેખાયછે.

૫૩. ઘન ઓગલેલું મિશ્રણ; પાણી મીઠાને ઓગાલેછે.

ઠાઠા પાણીના ખ્યાલામાં ચમચો ભરીને મીઠું નાંખી પાણીને હલા-

•વીએ તો મીઠું ઉતાવળે અદૃશ્ય થાયછે; અને કાંઈક વખત પછી મીઠું નાંખ્યા પહેલાં પાણી હતું તેવું દેખાયછે, આપણી આંખને તો તેમાં કાંઈ જણાતું નથી. પણ પાણીને પ્રથમ જોખેલું તેવારે જો તે પાંચ તોલા હતું અને મીઠું એ તોલા હતું તો હવે એ ખાલામાંનું પાણી સાત તોલા થશે; હવે પાણી ખાંડે લાગશે. મીઠું તેમાં ઓગળી ગયું કહેવાય છે, અને એ મિશ્રણ ખાંડે પાણી કહેવાય છે. વળી એ મિશ્રણ ભરપૂર થયેલું કહેવાય છે, કેમકે જો તમે તેમાં વધારે મીઠું નાંખશો તો તે વિકાર પામશે નહિ (ઓગળશે નહિ). અર્થાત્ પાણી પોતાના વજનનું એ પંચમાંશ મીઠું ઓગાળશે, અને તેથી વધારે નહિ ઓગળે. એમ બનેલા ખારા પાણીને મોટા થાળામાં રેડી સૂકાઈ જવા દેઈએ (વરાળ થઈ જીડી જવા દઈએ), અથવા ઉકાળી પાણીને બળી જવા દઈએ, તો જેમ પાણી ઓછું થશે તેમ મીઠાનો કેટલોક ભાગ, ખાદ્ય થઈ જીડી ગયેલા પાણીનો એ પંચમાંશ, પાછો ધનરૂપમાં આવી વાસણને તળીએ ઠરશે, અને જ્યારે બધું પાણી જતું રહેશે ત્યારે પાણીમાં ઓગળ્યા પહેલાં મીઠાનું જેટલું વજન હતું તેટલું થશે, તથા જે બીજા ગુણો તેમાં હતા તેઓ તેમાં હોવાના.

પાણી જેડે સંયોગ થવાથી મીઠા ઉપર એમ વિચિત્ર કાર્ય થશે. તેથી તેનો એક ગુણ જે ધનરૂપ છે તે, બદલાયો, તથાપિ તેના બીજા સર્વ ગુણોમાં કાંઈ વિકાર થયો નહિ. આપણે જોયું હતું કે ભૂકો કરેલું ઝરફ, ઝરફ જેવા શીતળ પાણીમાં ભળતું નથી, પણ ઝરફની કરચો ધન રહેછે. પરંતુ ઉષ્ણતામાન વધતાં વારને આણુઓના સંલગ્નતા એટલે એકલા વળગી રહેવાપણાનો અંત આવેછે. એક એકને વળગી રહેવું એ ધનરૂપનું વિશેષ લક્ષણ છે. ગરમીથી આણુઓ વખૂટા પડેછે અને ગતિ કરવાને છૂટ પામેછે, અને તેઓ આસપાસના પાણીની જેડે ભળી જાયછે. અથવા આપણે એમ કહીએ કે ધનરૂપમાં આણુઓ જે બંધનવડે ભેગા રહ્યા હતા તે બંધન ઓગળી જાયછે અને તેથી ધન પાણી પ્રવાહી થાયછે.

આ ક્રિયા અને પાણીમાં મીઠાનું ઓગળવું એ બેમાં મળતાપણું

એટલું બધું છે કે, સાધારણ બોલવામાં એમ વારે વારે કહેવાય છે કે મીઠાનો કે ખાંડનો ગાંગડો પાણીમાં પીગળી જાય છે; પણ તમે મીઠાને તાપવડે પ્રવાહી કરવાનો પ્રયત્ન કરશો તો તેને બહુ તાપ લગાડવો પડશે, માટે મીઠાને ઘનરૂપમાંથી ટાઢા પાણીમાં ઓગળી પ્રવાહીરૂપમાં આણવું એ ક્રિયા તેને તાપવડે પીગાળવાથી સ્પષ્ટ જુદી દીસે છે. પરંતુ મીઠાની અવસ્થાના સંબંધમાં પરિણામ સરખું છે. તેના અણુઓના સંલગ્નનો નાશ થાય છે, અને જેમ વરાળના અણુઓ વાયુના અણુઓમાં વહેંચાઈ જાય છે તેમ તેઓ (મીઠાના અણુઓ) પાણીના અણુઓમાં અંદરે સરખા વહેંચાઈ જાય છે, અને તમે રસાયનશાસ્ત્ર શીખશો ત્યારે બધા ખારા પાણીમાં જે પ્રમાણમાં મીઠું છે તેજ પ્રમાણમાં તેના નાનામાં નાના ટીપામાં તે છે એ શી રીતે સાબીત કરવું તે તમારા જાણવામાં આવશે.

ખારા પાણીને આસ્તે આસ્તે સૂકાઈ (વરાળ થઈ) જવા દેશો તો પાણી જેમ ઊડી જાય છે તેમ મીઠાના અણુઓ પોતાની મેળે ગોઠવાઈ સુંદર નિયમિત ઘનાકાર (ક્રિસ્ટાઈલ કે ઊંડાઈ, લંબાઈ અને પહોળાઈનું માપ સરખું છે એવો આકાર) રચા બને છે. સૂક્ષ્મદર્શક-ચંત્રવડે ખારા પાણીના ટીપાને ધીમે ધીમે સૂકાતું નિહાળશો તો એ રચા બંધાતા સહેલથી જોશો. મીઠાના દાણામાં મીઠાવિના બીજું કંઈ હોતું નથી, લાલ થતાંસુધી તપાવેથી તેઓ પ્રવાહી બને છે; અને તેથીએ વધારે તાપ દેઈએ તો પ્રવાહી મીઠાની વરાળ થાય છે (ગ્લાસ થાય છે) અને તે રૂપે હવામાં ઊડી જાય છે.

એમ આપણે જોઈએ છીએ કે મીઠાનો પાણીનેડે સંયોગ થવાથી મીઠામાં કેટલોક ફેરફાર થાય છે, અને પાણીમાં પણ કંઈ વિકાર થાય છે. ખાંડ પાણી ૨૧૨ ઉકળતું નથી; તેને ઉકળવાને વધારે તાપની જરૂર છે. જેમ પાછલા કિદાહરણમાં મઘાઈને પાણીએ ઝાલી રાખ્યો હતો તેમ મીઠું જાણે પાણીને પકડી રાખી સ્વચ્છ હતું તેવારે જે અવસ્થાઓમાં તે વાયુરૂપ લેતું હતું તેજ અવસ્થામાં તેમ કરતાં અટકાવે છે; અથવા આપણે એમ કહીએ કે ઉજ્જુતાનું જે બળ પ્રવાહી પાણીની વરાળ કરી તેના અણુઓ છૂટા પાડે છે તેને

પાણી સાથે મીઠું આગળેલું હોયછે ત્યારે વધારે પ્રતિરોધને જીતવે પડેછે. જેમ મધાક બળેલું પાણી ઓછા ઉષ્ણતામાને બરફ થાયછે તેમ મીઠું બળેલું પાણી પણ ઓછા ઉષ્ણતામાને બરફ થાયછે. સમુદ્ર-જળ રહ્યું થીજવા માંડેછે. સમાધ શકે તેથી દરિયાના પાણીમાં ઓછું મીઠું હોયછે, અને તેનું બરફ બનેછે તેમાંથી મીઠું છૂટું પડેછે અને બાકીનું સમુદ્ર જળ વધારે ખાંડ થાયછે, એટલે સમુદ્ર જળનું બરફ ખાંડ ન હોતાં, મીઠા પાણીના બરફ જેવું હોયછે.

જે બળનું વળણ પદાર્થોને છૂટા પાડવાનું છે તેની સામે થનાર બળ તે આકર્ષણ એવો આકર્ષણનો અર્થ કરીએ તો એમ કહી શકાય કે મીઠાના આણુઓ અને પાણીના આણુઓ એક એકને આકર્ષણ કરેછે. અને જુદી જતોના પદાર્થોની વચ્ચે થતા એવા આકર્ષણને રસાયની આકર્ષણ કહેછે.

૫૪. કલીચ્નો અને પાણી; પારિસનો સલ્ફો અને પાણી; સંયોગ.

આક કે મરડિયા (મધ્યા) એટલે ચૂણપાપાણને લાલ થાય એટલા તપાવવાથી કળીચ્નો બનેછે. તે સ્વચ્છ હોયછે ત્યારે ઘોળો કદળ થતો છે, અને તેને પ્રવાહી અને વાયુરૂપમાં આણુવાને બહુજાડિયા ઉષ્ણતામાનોની જરૂર પડેછે. વાસણમાં તાજે (નહિ ફેાડેલો) કળીચ્નોના ગાંગડો મૂકી તે ઉપર તેના વજનનું આશરે એક તૃતીઆંશ જેટલું પાણી રેડવાથી તેમાં ફડફડત ધર્મ રહેશે, તેમાંથી ગરમી નીકળશે, પાણી અદૃશ્ય ધર્મ જશે અને ચૂનો ફાટી નરમ ઘોળી ફાક થઇ જશે. આમ કરવાને ચૂનો છાંટવો કહેછે. ઉપર કહ્યું તે પ્રમાણથી વધારે પાણી રેડવામાં નહિ આવે તો સ્વચ્છ ઘોળી ફાક થઇ તે થત અને સૂકી હોવાની, અને પાણી, દેખાવમાં, જતું રહેલું જણાશે.

મીઠાના દ્રવમાં આપણે જોયું કે પાણીની અસરથી થતપદાર્થ પ્રવાહી બન્યો; ચૂનો છાંટવામાં થતવસ્તુની રચનામાં પાણી પેસેછે. વધારે પાણી ઉમેરવાથી થત આગળી થતછે કે પ્રવાહી થાયછે, અને

ચૂર્ણજન નામે દ્રવ બનેછે. જેમ મીઠાના દ્રવમાંથી (ખારાપાણીમાંથી) મીઠું પાછું કાઢી શકાયું તેમ સંભાળીથી આ દ્રવમાંના પાણીને વરાળરૂપે ઊડાવી દેવાથી પાસાદાર રવાના આકારમાં ચૂનો કાઢી શકાય. પણ તે એમાં ભેદ એ છે કે મીઠાના પાસાદાર રવામાં પાણી નથી હોતું, અને ચૂનાના પાસાદાર રવામાં પાણી હોયછે એટલુંજ નહિ, પણ છાંટેલા ચૂનામાં જે પ્રમાણમાં હોયછે તેજ પ્રમાણ તેઓમાં હોયછે, અર્થાત્ ૫૬ ભાગ ચૂને ૧૮ ભાગ પાણી હોયછે.

ચૂનાના નવા બનેલા ધનમાં એમ દાખલ થયેલું પાણી તેને એટલી દૃઢતાથી વળગી રહેછે કે તેને છૂટું પાડવાને તે રવાને રાતો થતાં લગી તપાવવો પડેછે. એમાં ચૂનો અને પાણીનું રસાયની મિશ્રણ થયલું કહેવાયછે; અને છાંટેલા ચૂનામાં કે ચૂનાના પાસાદાર રવામાં ચૂનો અને પાણીનું પ્રમાણ સદા એકસરખું છે તેથી તેઓ નિર્મિત પ્રમાણમાં મિશ્ર થયલા કહેવાયછે; છાંટેલા ચૂનાનું ચૂર્ણ હયડ્રેટ (ચૂનાનું હેડ્રેટ) એવું વિશેષ નામ રાખવામાં આવ્યું છે.

પારિસનો સહ્નો (પારિસનો સાગોળ) એ સૂકો ધોળો ભૂકો છે. તેમાં થોડું પાણી ભેળીએ તો કળીચૂનાની પેઠે છંટાતો નથી, પણ તે મિશ્રણ ઉતાવળે અંધાર્ઠ ગર્ઠ કહણ થાયછે; અને તેજ વખતે પાણીનો વધારે મોટો ભાગ લોપ થઈ જાયછે. વસ્તુતઃ તે પારિસના સાગોળ સાથે ભળીગર્ઠ બીજા હયડ્રેટનો ભાગ બનેછે. વધારાનું પાણી સૂકાઈ જાયછે ત્યારે એ હયડ્રેટમાં પાણીની કશી એધાણી જોવામાં આવતી નથી. આ ગુણનેલીધે પારિસના સહ્નોનો ઉપયોગ બીજા કે બોખાપરથી ઘાટ બનાવવામાં થાયછે. જે ઘાટ બનાવવો હોય તેના બીજા ઉપર અને આસપાસ પ્રવાહી સહ્નો રેડવામાં આવેછે; પ્રવાહી હોવાથી બોખાના પૃષ્ઠપર જે જે અસમાનતા હોય તેને બીન અડચણે તે પૂરી દેછે; અને પછી તે ઠરેછે ત્યારે તેનો આકાર પડી રહેછે. ઠરેલો કે અંધાર્ઠ ગયેલો પારિસનો સાગોળ સંપૂર્ણ સૂકો હોય, તથાપિ તેના વજનના $\frac{1}{3}$ અને $\frac{1}{2}$ ની વચ્ચેના ભારજેટલું પાણી તેમાં હોયછે, તથા તે ધન હયડ્રેટના અંગનો કે બનાવટ-

નો ભાગ છે. જે તે અંધાર્થ ગયેલા સાગોળને બારે તાપ દેવામાં આવે તો તેમાં ભજેલું પાણી નીકળી જઈ સાગોળનો મૂળમાં હતો તેવો ભૂકો થઈ જાય છે.

ચીરોડી* (જિપ્સમ) સુંદર પારદર્શક પાસાદાર રવા અંધાયલા રૂપમાં પૃથ્વીપર મસ જડે છે, અને તેને ભૂસ્તર વિદ્યામાં સેલેનૈટ કહે છે. ઉપર કહેલા દરેલા સાગોળના જેવીજ તે રવાઓની બનાવટ છે, અર્થાત્ તેઓ હયડ્રેટ છે. એનું પાતળું પાનું વધારેમાં વધારે શક્તિવાળા સૂક્ષ્મદર્શકયંત્રમાંથી સંપૂર્ણ સન્નતીય જણાય છે. તથાપિ અનુમાન કરવાનેસાર કારણ છે કે તે પાણીના આણુઓ અને ચીરોડીના આણુઓનું બનેલું છે અને તેઓ એક એકને એવા મક્કમ બાંધી રહ્યા છે કે તેઓનો કદાચ બરડ કાચ જેવો ધનપદાર્થ બન્યો છે. વળી હયડ્રેટના આણુઓ કોઈ ગમ એક એકને વધારે જોડેલી, અને કોઈ ગમ ઓછા જોડેલી વળગી રહ્યા છે. પાસાદાર રવા લંબાઈમાં બહુ સહેલથી ચીરાય છે; પણ તેઓને આડા કાપવામાં ઘણું વધારે જોર લગાડવું પડે છે, અને તેમ છતાંજ તેઓના ચીરા ન પડતાં તેઓ ભાંગી જાય છે.

પાણીમાં ઓગળે અને પાણી સૂકાયાથી પાસાદાર રવારૂપે જુદા પડે એવા પદાર્થોમાં ગ્લૌબર ખાર અને એપ્સમ ખાર છે; અને ચૂનો અને ચીરોડીની પેઠે પાસાદાર મિશ્ર બનવામાં પાણીના નિમિત્ત પ્રમાણમાં પાણીજોડે ભજે છે. વસ્તુતઃ આ પ્રત્યેક કાચવત્ બરડ ધન વસ્તુમાં તેના વજનના અર્ધ ભાગથી વધારે પાણી છે.

એમ આપણે જોઈએ છીએ કે પદાર્થો (જેમાંનો એક પાણી છે) નો સંયોગ થઈ તેમાંના પ્રત્યેકથી ભિન્ન એવો પદાર્થ બની શકે. એમ આપણે રસાયનવિદ્યાપર આવ્યા. પદાર્થોનો સંયોગ શી રીતે થાય છે, તેઓના સંયોગ થવાથી શું બને છે, અને મિશ્રણમાં પૃથક્કરણ શી રીતે થઈ શકે એ સર્વ એ વિદ્યાથી આપણા જાણવામાં આવે છે.

* આ શબ્દવિષે તજવીજ કરવી. જિપ્સમ આ દેશમાં છે, અને તેનું જન-ગતી નામ છે. કૉલેજનો ભૂસ્તરસંગ્રહ જેવો.

૬૬. સ્વનિજ પદાર્થો નિર્મિત આકારો (રૂપો) ધારણ કરી શકેછે, અને તેઓમાં સજાતીયપદાર્થો મળવાથી કદમાં વધી શકેછે.

પાણી અને બીજા સઘળા કુદ્રતીપદાર્થો અહીં લગી કહેવામાં આવ્યા છે તેઓ અનિજ કહેવાયછે. સાધારણ બોલીમાં તે બેઝો ખાણોમાંથી નીકળે છે તેઓને માત્ર અનિજ કહેછે, પણ વિદ્યામાં તેનો અર્થ વધારે અંદાજો છે. અમુક અવસ્થામાં પાણી અને બીજા ઘણીક અનિજવસ્તુઓ નિયમિતરૂપે ધારણ કરેછે એવું કહેવાના ઘણા પ્રસંગો આવી ગયાછે. યૂરોપમાં શિયાળામાં બારીના કાચાપર ઘૂંઘાનાં પાંદડાંના અને ટૂંકાના સુંદર આકારો બરફથી બનેછે. તેમજ આપણે જોયું કે પાણી ઓગળ્યા પછી સાધારણ મીઠું, ચૂના, ચીરાદી (જિપ્સમ), ગ્લાસર ખાર અને એપ્સમ ખાર અથવા તેઓનાં બળભિશ્રણો તેઓના ટ્રાવણમાંથી છૂટાં પડતાં પાસાદાર રૂપ ધારણ કરેછે. ગ્લાસરખારના કે સુરાખારના ટ્રાવણના ટીપાને સૂક્ષ્મદર્શક-ચંત્રનીચે સૂકાવા દેતાં આશ્ચર્યકારક દેખાવ નજરે પડશે. ઘન અવસ્થામાં ખાર આવેછે કે એકાએક સાંય અને પત્રારૂપે સુંદર આકારોમાં ઝાંઝવાયલા માલૂમ પડેછે. તેઓ ઉપર કહેલા બરફના આકારોથી જુદા હોયછે, પણ ખૂબસુરતીમાં તેઓથી હંડ નહિ એવા હોયછે. સ્ફટિકરૂપ કે પાસારૂપ ધનીકરણવિદ્યા તમે શીખશે ત્યારે તમારા જાણુવામાં આવશે કે વસ્તુતઃ દરેક પાસારૂપે ધનીકરણ થનાર વસ્તુને પોતપોતાનાં રૂપો હોયછે, અને તેઓ કેટલાક બરો-ખર ભૂમિતિકસંબંધક આકારના હોયછે.

એમાંની દરકાર્જ ચીજને અનુકૂળ સ્થિતિમાં રાખવાથી તેના પાસાદાર ગાંગડા કદમાં વધેછે. દૃષ્ટાંત—ભરપૂર મીઠાવાળા ટ્રાવણને હવામાં એવી રીતે રાખવું કે તેમાંનું પાણી હળવે હળવે સૂકાઈ જાય. એવી અવસ્થામાં તેમાં મીઠાનો ગાંગડો દોરીવતી લટકતો રાખવો. પાણી સૂકાશે તેમ તેણે પાછળ રહેવા દીધેલા મીઠાના અણુઓ ઓગળેલી હાલતમાં ન રહી શકવાથી એ ગાંગડાની બાજુઓ ઉપર નિ-

ચમિત ક્રમે દરશે, અને તેનો આકાર ન બદલાતાં તેના કદમાં વધારે કરશે. એ સૈતે નાનો પાસાદાર દાણો કદમાં મોટો થઈ શકે છે. ખાંડની ઘાડી ચાસણીમાં કે ભરપૂર ખાંડવાળા દ્રાવણમાં સાકરના ગાંગડા બંધાય છે તેઓમાં ખાંડ અને પાણી હોય છે. સાકરના ગાંગડાને ઉપર પ્રમાણે ઠરી જતી એટલે સૂકાતી ચાસણીમાં દોરાવતે લટકાવવાથી તે મોટો થશે. આ રીતે વધવામાં તમે જ્નેશો કે વધનાર વસ્તુની બહારની બાજુએ ઉમેરો થવાથી તેનું કદ મોટું થાય છે; અને તે ઉપરાંત વળી જે દ્રવ્યનો તેમાં ઉમેરો થાય છે, મીઠું કે ખાંડ, તે મીઠું ખારા દ્રાવણમાં અને ખાંડ ચાસણીમાં છે.

બ. સજીવ વસ્તુઓ.

૫૬. ઘઉંનો છોડ, અને તેનાં સાધકદ્રવ્યો.

ઘઉંનું ખેતર દરકોઈએ જોયું હશે. ખેતરની જમીનમાં ઘઉંના પુષ્કળ છોડો ઊગેલા હોય છે તેમાંનો એક કાપણીની મોસમમાં ઉખેડી લેઈ જ્નેશો તો જણાશે કે તેને એક થડ છે, તેનો નીચલો છેડો ભોંયમાં હતો તે તેનું મૂળ છે, ઉપર છેડે ડુંડું છે અને બાજુઓએ પાંદડીઓ છે. એ ડુંડામાં ઘઉંના ઘણા દાણા છે તેઓ એ છોડનાં બીયાં છે. તમે જણાઓ કે એ દાણાને વીંટલાયલાં છોડાં કાઢી નાંખી તેઓને ઘંટીમાં દળી ઝીણો ભૂકો કરવામાં આવે છે અને જે લોટની રોટલી થાય છે તે એ ભૂકો છે. એમાંનો એક મૂડી લોટ લઈ તેમાં ઘોળું ટાઢું પાણી ભેળી તેને જડા કપડામાં બાંધી પોટલી બનાવી અને તે પોટલી પાણી ભરેલા મોટા વાસણમાં મૂકી હાથવડે તેને ખૂબ મસળાવે તો તે લાહી જેવો થશે અને પાણી ઘોળું થશે. એ ઘોળું થયેલું પાણી ઢોળી દેઈ તે વાસણમાં બીજું પાણી રેડી તે પોટલીને ફરીને મસળવાથી તે પાણી પણ ઘોળું થશે. વળી ઘોળું પાણી કાઢી નાંખી બીજું પાણી રેડી પોટલીને હાથવડે ઝુંદવાથી પાણી ઘોળું થશે. એમ ફરી ફરીને કરવાથી કણેક વધારે વધારે ચીકણી થતી જશે તથા પાણીમાં ઘોળાશ ઓછી આવતી જશે અને છેલ્લે જરાએ નહિ આવતાં અવર્ણ રહેશે. એમ

કરેથી પોટલીમાં જે ચીકણી વસ્તુ રહી તે ગ્લુટેન કહેવાય છે, જે પારમાં એ જાણસ માફારોની કહેવાય છે.

જે પાણીમાં એમ લોટને ધોયો તેને થોડા કલાક સૂધી ઠરવા દેવાથી વાસણને તળીએ ધોળો પદાર્થ ઠરશે અને તેની ઉપરનું પાણી નીતર્યું થશે. એ નીતર્યા પાણીને કાઢી લઇ નીચે ઠરેલી વસ્તુ જેવી. એને સ્ટાર્ચ કહેછે. એ સૂક્ષ્મ દાણાની બનેલી છે. સૂક્ષ્મદર્શકયંત્ર વડે નિહાળતાં એમાંના દરેક દાણાની રચના મધ્યમાંથી નીકળતાં પરોવાળી છે. જે પ્રવાહીમાંથી સ્ટાર્ચ નીચે ઠરેલો તેને હવે ઉકાળશે તો તે ડોહળાયલું થશે. ઇંડામાંની સફેદીને પાણીમાં ભેળી ઉકાળવાથી તે જેવી દેખાયછે તેવું એ દેખાશે અને છેલ્લે ધોળા લોંદા જેવી વસ્તુ વાસણને તળીએ એકઠી થશે. એ વસ્તુને ઉદ્ભિજ આદ્યુમિન કહેછે.

આદ્યુમિન, ગ્લુટેન, અને સ્ટાર્ચ ઉપરાંત ખીજ ચીજો ઘઉંના દાણામાં છે, પરંતુ પૃથક્કરણ કરવાની આ સ્થૂળ રીતથી તેઓ જાણવામાં આવતી નથી. ઉદાહરણ, તેમાં કાષ્ઠદ્રવ્ય (જેને ઇંગ્રેજીમાં સેલ્યુલોસ કહેછે તે) તથા કેટલીક ખાંડ અને ચરબી છે. ઉપર કહ્યો તેવો પ્રયોગ ઘઉંના છોડનાં થડ, પાંદડાં અને મૂળીઆં ઉપર કર્યાથી આદ્યુમિન, સ્ટાર્ચ, શર્કરા અને ચરબી એ વસ્તુઓ જેવી ચીજો તેઓમાંથી કાઢી શકાય, પરંતુ કાષ્ઠદ્રવ્ય પ્રમાણમાં ઘણું વધારે મળશે. પરાળ એ ઘઉંના છોડનાં વસ્તુતઃ થડ અને પાંદડાં છે અને તેઓ લગભગ એકલા કાષ્ઠદ્રવ્યનાં બનેલાં છે. તોપણ એ ઉપરાંત પરાળમાં ખનિજ વસ્તુઓ અમુક પ્રમાણમાં છે, અને તેઓમાંની એક સ્વચ્છ ચક્રમક છે; જે કદી પરાળની બજેલી ગંજ તમારા જેવામાં આવે તો તેની રાખમાં તમે કાચ જેવી અવસ્થામાં થોડો ઘણો ચક્રમક દેખશો. ઘઉંનો છોડ લીલો હોયછે ત્યારે તેમાં એ સઘળા પદાર્થો મસ પાણીજેડે મળેલા, કે પીગળેલા, કે તેમાં અધર રહેલા હોયછે. ખીજ વસ્તુઓથી પ્રમાણમાં પાણી ઘણું વધારે હોયછે. ખીજ (ઘઉં) કરતાં થડ અને પાંદડાંમાં પાણીનું પ્રમાણ વધારે હોયછે.

૬૭. સાધારણ મરઘી (કૂકડી) અને તેના શરીર-સાધકો.

હરકોઈએ સાધારણ મરઘી જોઈ હશે. તે ચપળ પાણી છે, અહિં તહિં દોડતી ફરે છે અને કોઈવાર ઊડે છે. તેનું તન પીછાંથી ઢંકાયલું હોય છે. તેને બે પાંખો અને બે પગ છે, અને તેના અંગને એક છેડે ડોકી છે અને ડોકીને અંતે ચાંચવાળું માથું છે. ચાંચના બે ભાગની મધ્યે તેનું મોઢું છે. કૂકડી ઈંડા મૂકે છે તેઓની આસપાસ કદાચ પડ કે કોટલું હોય છે. ઈંડાને ભાંગેથી તેમાંથી પ્રવાહી વહેશે તે બે પ્રકારનો હોય છે, ઘોળા અને પીળા. ઘોળા પ્રવાહીને ઊનો કરવાથી તે ઘાડો બની સફેદ ધન વસ્તુ બને છે. એ ઉદ્ભવિજ આલ્મુમિનને ઘણા મળતો છે, અને તેને પાણી આલ્મુમિન કહે છે.

ઈંડામાંના પીળા ભાગને એટલે દાળને પાણીમાં કાલવીએ તો તેમાંથી સ્ટાર્ચ કે કાષ્ટ્રવ્ય નીકળશે નહિ, પણ તેમાં ચરખીવાળું અને ગળપણવાળું દ્રવ્ય પુષ્કળ છે, અને તે ઉપરાંત આલ્મુમિન અને ગ્લુટેનને મળતા ઓછા વધતા પદાર્થો છે.

મરઘડાનાં પીછાં શિંગડાના જેવા પદાર્થનાં બનેલાં છે, તેઓને ઉખેડી લેઈ અંગને ઘણા વખત લગી ઉકાળવાથી પાણીમાં સરસ માલૂમ પડશે, અને પાણી ટાઢું પડશે તેમ તે દરી જઈ ઘાડો થઈ જશે; શરીર વિખરાઈ જઈ હાડકાં અને માંસ ગુદાં પડી જશે. જે પદાર્થને ઉકાળવાથી સરસ નીકળે છે તેનાં ઘણું કરીને હાડકાં બનેલાં છે. અને ઘઉંના છોડનું થડ જેમ ચક્રમકવાળું છે તેમ એ પદાર્થમાં ચૂનાના ખારેનો મોટો જથ્થો છે. તેના માંસમાં આલ્મુમિન અને આલ્મુમિનને ઘણા મળતા આવે એવા ક્ષિત્રિન અને સિન્ટોનિન નામે બીજા પદાર્થો છે.

એ પક્ષી જીવનું હોય છે તેવારે એ બધા પદાર્થો મસ પાણી જેડે સંયુક્ત થયેલા હોય છે, કે તેમાં ઓગળેલા હોય છે, કે અધર રહેલા હોય છે; અને યાદ રાખવું કે મરઘડાના શરીરમાં તથા ઈંડામાં બીજી

કેટલીક સાધક (ઘટક) વસ્તુઓ છે, પણ તેઓ હાલના પ્રસંગને અગત્યની ન હોવાથી તેઓનાં નામ દીધાં નથી.

**૫૮. અંગના કેટલાક ઘટકાવયવો (સાધકો) ઘ-
ઉંના છોડમાં અને મરઘામાં છે તેઓ એક એકને વહુ
સમાન છે.**

ઘઉંના છોડમાં શિંગડા જેવો પદાર્થ નથી અને સરસ નથી, અને મરઘામાં સ્થાય તથા કાટદ્રવ્ય નથી; પરંતુ એ છોડનું આલ્યુમિન એ પ્રાણીના આલ્યુમિનને ઘણુંજ મળતું છે, તથા પ્રાણીના દ્વિચ્ચિન અને સિન્થેટીક પદાર્થો આલ્યુમિન અને ગ્લુટેનના પાસેના સંબંધી છે.

જ્યારે એ પદાર્થોમાંના હરકોઈને મસ તપાવવામાં આવેછે, કે તે-
ઓને કોહવા દધએ છીએ ત્યારે તેમાંથી એકજ પ્રકારનો અણુમતો
વાસ નીકળે છે તેપરથી દેખાઈતું છે કે તેઓ વચ્ચે નજીકનું મળતાપણું
છે; સંભાળથી કરેલા રસાયન પૃથક્કરણે દર્શાવ્યું છે કે તેઓ સર્વ
વસ્તુતઃ કાર્બોન, હૈડ્રોજન, આક્સિજન, અને નૈટ્રોજન નામે મૂળ-
તત્ત્વોના અનેલા છે, અને તે તત્ત્વોનાં મિશ્રણપ્રમાણો બહુ પાસે પાસે
એકસરખાં છે. હવા (વાયુ) વિનાના વાસણમાં એક મૂઠી ઘઉંને
કે મરઘાના માંસના કકડાને મસ તપાવ્યાથી તેના કોયલા થશે અને
કોયલા એ અસ્વચ્છ કાર્બોન છે. વાસણમાં વાયુ હોય તો એ ચીજને
સઘળી બળી જાય, માટે વાયુ વગરના ઢાંકેલા વાસણમાં એ પ્રયોગ
કરવો. આ વિનાશકારી શોધનક્રિયા કહેવાયછે તે કરવાને
ભટ્ટી (દારૂ ગાળવાનું વાસણ) હોય તો તેની નીપજને ઘાડી અને એ-
કઠી થઈ શકે અને તેઓને ગ્રહણ કરનાર પાત્રમાં કોઈ રૂપે પાણી અને
આમોનિયા માલૂમ પડશે. હવે નૈટ્રોજન અને હૈડ્રોજન એ બે મૂળ-
તત્ત્વોના અનેલા મિશ્રપદાર્થ આમ્મોનિયા છે; એમાંટે (૫૦ મી
કલમ) જે પદાર્થોમાંથી તે નીકળ્યો તેઓમાં નૈટ્રોજન અને હૈડ્રોજન
એ બેહુ હોવાં જોઈએ.

વાસ્તે એ નક્કી છે કે ઘઉંના છોડનો અને મરઘાના અંગનો મોટો

ભાગ ધણો મળતો આવે એવા નૈટ્રોજનનાં મિશ્રણોનો અનેલો છે, અને તેઓ પ્રોટેઈન કહેવાયછે.

૫૯. સૃષ્ટિમાં પ્રાણીઓમાંથી અને વનસ્પતિમાંથી માત્ર પ્રોટેઈડ વસ્તુઓ જડેછે; અને પ્રાણીઓમાં તથા વનસ્પતિમાં પ્રોટેઈડો હોયજ હોય.

એ ઘણું લક્ષમાં રાખવા જેવું સત્ય છે કે આલ્બુમિન, ગ્લુટેન, ફિ-
બ્રિન અને સિટોનિન જેવી વસ્તુઓ માત્ર પ્રાણી અને વનસ્પતિનીજ ની-
પજ છે એટલુંજ નહિ, પણ પ્રત્યેક પ્રાણીમાં અને પ્રત્યેક વનસ્પતિમાં
તેના ભવના આખા સમયમાં એઓમાંની એક કે વધારે હોયછે; ચૈતન્ય
પદાર્થોમાં બીજી આખતોમાં અનિશ્ચિત ભિન્નતા હોયછે, તથાપિ તે
બધામાં કોઈ પ્રોટેઈડ વસ્તુ હોયજ હોય. ઉદાહરણ, કેટલીક વનસ્પ-
તિમાં સ્ટાર્ચ કે કાષ્ટ્રવ્ય એમાંની એકે ચીજ નથી, અને ઉલટાં તેઓ
કેટલાંક પ્રાણીમાં હોયછે; વળી ઘણાં પ્રાણીઓમાં શર્કા (શિંગડું જેવું
અને તે) દ્રવ તથા સરસ નીપજવનાર દ્રવ્ય હોતાં નથી. મારે પ્રાણી
અને વનસ્પતિ એ બંનેનું અવશ્ય પાયાદ્રવ્ય પાણી જેડે મ-
જેલું પ્રોટેઈડ છે; પરંતુ સંભવિત છે કે સકળ પ્રાણીઓ અને વનસ્પ-
તિઓમાં એઓની જેડે વધારે કે એધી ચીકણવાળી (ચરબી જેવી)
તથા સ્ટાર્ચવાળી અને સાકર (ગળપણુની) વસ્તુઓ અને થોડે ભાગે
કેટલાક ખનિજો છે. એ ખનિજોમાં સર્વથી વધારે અગત્યના ફૉ-
સ્ફોરસ, લોહ, ચૂના અને પૌટાશ છે. સ્ટાર્ચવાળા અને શા-
કર પદાર્થોને ઇંગ્રેજોમાં આમિલોઈડ કહેછે.

એમ પાણી+પ્રોટેઈડો+ચરબી+આમિલોઈડો+ખનિજ વસ્તુઓનો
અનેલો પદાર્થ તમામ પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓમાં છે; અને તેઓ
(પ્રાણી અને વનસ્પતિ) જીવતાં હોયછે સારે એ પદાર્થને પ્રોટો-
પ્લાસ્મ કહેછે.

૬૦. જીવેછે એ શબ્દનો અર્થ શો ?

ઘઉંનો છોડ ખેતરમાં હોયછે સારે જીવતી વસ્તુ કહેવાયછે; ફૂટકી

વાડામાં દોડે છે ત્યારે જીવતી વસ્તુ કહેવાયછે. એ છોડને ઉખેડી લેવામાં આવે અને ટૂંકડીનું માથું ભાંગી નાંખવામાં આવે તો તેઓ ઝટ મરીજાય અને મૌયલી વસ્તુઓ બને. ખનિજ દ્રવ્યની અનાવટમાં જે તરવો હોયછે તેઓવડેજ ધઉનો છોડ અને મરધાનું બન્યાં છે એ આપણે હવણાં જોયું. જે મિશ્રણોમાં તેઓનો સંયોગ થયોછે તેઓ ખનિજ પદાર્થોમાં નથી એ ખરું, પરંતુ એ દ્રવ્ય ધઉના છોડનું કે મરધાનું રૂપ ધારણ કરેછે ત્યારે આપણે તેને જીવતો પદાર્થ શામાટે કહીએ છીએ ?

૬૧. જીવતો છોડ જે વસ્તુઓનો બન્યો છે તેઓમાં તેવી વસ્તુઓ ઉમેરાવાથી તે કદમાં વધેછે; તોપણ એ વસ્તુઓ તેને બહારથી પ્રાપ્ત થતી નથી, પરંતુ તેઓ છોડના અંગની અંદર વધારે સાદાં દ્રવ્યોના બનેછે.

વાવેતર થયા પછી થોડા વખતમાં ધઉનું ખેતર નાનાં લીંડા છોડોથી ભરાઈ જાયછે. ત્યારકેડે તેઓ વધારે વધારે ઊંચા થતા જાયછે, અને આરંભમાં તેઓનું કદ હતું તે કરતાં ઘણામાં ઘણું અંતે ચાલેછે; તેઓને મોર આવેછે, અને અંતે તેઓમાંથી ફસણાં પૂટેછે.

નિયમિત આકાર ધારણ કરવાની સાથે આ વધવાની ક્રિયા ચાલી એટલે તેટલેસૂધી તેને મીઠાની ગાંગડીના ખારા પાણીમાં વધવાની જોડે સરખાવી શકાય; તથાપિ વધારે સમીપની પરીક્ષાથી માલૂમ પડેછે કે એ બેનું વધવું કેવળ જુદા પ્રકારનું છે. કેમકે મીઠાની ગાંગડી ખારા પાણીમાંના મીઠાને સંપાદન કરી વધી, અને તે વધારે તેની બહારને પાસે થયો, છોડમાં એથી ઉલટું થાયછે; તેની માંહેના ભાગમાં ઉમેરો થવાથી તે વધેછે; અને વળી એ છોડના અંગનાં સ્વાભાવિકમિશ્રણો—આલ્ક્યુમિન, ગ્લુટેન, સ્ટાર્ચ કે કાષ્ઠદ્રવ્ય કે ચરબીનું કાંઈ ચિન્હ જમીનમાં, પાણીમાં, કે વાયુમાં નથી.

તોપણ છોડ પંડે કાંઈ સરખાવતો નથી (પ૦ મી કલમ) અને તેમાટે પ્રોટેઇડો, આમિલોઇડો, અને ચરબીઓનેમાટે તેને ખીજ-

થી દ્રવ્યો મેળવવાં જોઈએ. છોડના અંગમાં તેઓનાં નવાં મિશ્રણો માત્ર બનેછે. છોડકાં મૂળદ્રવ્યો ઉપર પોતાની કૃતિ કરેછે તે સામાન્ય રાહે જાણવું રહેલું છે, કેમકે વાતાવરણમાંથી અને ભૂમિમાંથી જે દ્રવ્યો છોડને મળે છે તે ઉપરાંત ખીજું કંઈ તેને મળતું નથી. વાતાવરણમાં ઑક્સિજન, નાઈટ્રોજન, થોડોક કાર્બોનિક આસિડ ગ્રાસ, કિન્ચિત આમ્મોનિયાના ખારો તથા વિવિધ પ્રમાણમાં પાણી છે. જમીનમાં માટી, અને રેતી (ચક્રમક), ચૂનો, લોઢું, પોટાશ, ફોસ્ફોરસ, ગન્ધક, આમ્મોનિયાના ખારો છે. એ સિવાય ખીજાં દ્રવ્યો છે પણ તેઓ અગત્યનાં નથી. છોડમાં (વનસ્પતિમાં) જે જે તત્વો આપણા જોવામાં આવેછે તેઓ જમીન અને વાતાવરણ એ બેમાં છે; પરંતુ છોડ તેઓને જુદાં પાડેછે અને ફરીને જોડેછે.

એ ઉપરાંત જે નવાં દ્રવ્ય ઉમેરાયાથી છોડ વધેછે તેઓ તેના બહારના પૃથ્થને વર્ણગતાં નથી. પણ તેની અંદરના ભાગમાં બનેછે; અને નવાં આણુઓ જૂનાની મધ્યે પ્રસરે છે.

૬૨. સર્જીવ છોડ (વનસ્પતિ) વધી રહ્યા પછી પોતામાંનો વીજરૂપે ભાગ છૂટો પાડેછે, અને તે ભાગમાં તેવો છોડ ઉગાવવાની શક્તિ છે.

ઘઉંનો દાણો ઘઉંના છોડના ફૂલ (મોર)નો ભાગ છે. એ દાણો પાકેછે ત્યારે સહેલથી ઢૂટો પાડી શકાયછે. એ દાણામાં છોડનું સૂક્ષ્મ મૂળાંગ છે; અને જ્યારે દાણાને વાવવામાં આવેછે ત્યારે તે આસ્તે આસ્તે ઊગેછે કે પૂર્ણ છોડનાં રૂપમાં થય, મૂળીઆં, પાંદડાં અને ફૂલોસહિત, ઉદ્ભવે પામે છે, અને તેમાં વળી તેવાં ખીજાં થાયછે. એમ રૂપમાં, કદમાં, અને પછી પોતામાંના ભાગ છૂટા પડી તેઓનું પણ તેજપ્રમાણે થાય એવું નિયમપૂર્વક, પરંપરા પરિવર્તન કોઈ ખનિજ પદાર્થ પામતો નથી. ખનિજ પદાર્થોમાં એવો ઉદ્ભવ જોવામાં આવતો નથી અને તેઓમાં ખીજાં કે અંકુર થતાં નથી. તેઓ પોતાની જાતની પુનરુત્પત્તિ કરતા નથી.

૬૩. જે વસ્તુઓનું પોતાનું અંગ વન્યુંછે તે વસ્તુઓ-
માં તેઓના સરસી વસ્તુઓ ઉમેરી પ્રાણીઓ પોતાનું
અંગ વધારેછે; પરંતુ તેઓને મુખ્યત્વે બીજાં પ્રાણીઓ-
માંથી કે વનસ્પતિમાંથી પ્રત્યક્ષ મેળવેછે.

પાડામાં મરઘી નિરંતર અનાજનો દાણો કે માખી અથવા કોઈ
છવડું ચાંચમાં લેઈ ગળી જાયછે. વસ્તુતઃ તે ખાયછે, અને હરકોઈ
જાણેછે કે તેને ખાવાનું ન મળે તો તે ઉતાવળે મરી જાય. એ પણ
સર્વ કોઈના સાધારણ જ્ઞાનની વાત છે કે મરઘીને ખાવાને અનાજના
ખેતરની માટી અને તેની જોડે પુખ્તળ હવા અને પાણી આપવાથી
કૂકડીની ઝાઝી ગરજ સરે નહિ.

આ બાબતમાં મરઘી બીજાં સઘળાં પ્રાણીઓના જેવી છે; તેનું
શરીરનાં પ્રોટેઇડ દ્રવ્યો તે બનાવી શકતી નથી, તેઓ તૈયાર થયેલા
તેણે લેવાં જોઈએ, અથવા તેઓ એવી અવસ્થામાં હોઈએ
કે તેમાં થોડોજ ફેરફાર કરવો પડે. બીજાં પ્રાણીનાં કે વનસ્પતિનાં
અંગો ખાવાથી તેવી સ્થિતિમાં તેઓ તેને મળેછે. જનાવરો કે ઉ-
દ્ભિદ્વપદાર્થો ખાયછે તે તેના જઠરમાં જાયછે; ત્યાં તેઓ પચેછે કે
ઓગળી જાયછે; અને એમ થવાથી તેઓ મરઘીના પોતાના અંગના
બધા ભાગોમાં વહેચાઈ જવા તથા તેનું પોષણ કરવા અને તેને ઉછે-
રવા જોગ થાયછે.

૬૪. જીવતું પ્રાણી મોટું થયાપછી ઇંડાંરૂપે પોતાની
કાયાનો ભાગ છૂટો પાડેછે, અને તે ભાગમાં તેના સરસું
પ્રાણી થવાની શક્તિ છે.

મરઘીનું ઈંડું તેની કાયામાં થાયછે; વસ્તુતઃ તે તેના શરીરનો
ભાગ છે. તે કોટલામાં બંધ કરેલું હોઈ છૂટું પડેછે. તેમાં મરઘડાનું
સૂક્ષ્મ મૂળાંગ છે; અને મરઘી તેના ઉપર બેસે તેથી અથવા બીજી
કોઈ રીતે ત્રણ હમાલગી તેને જોઈતી હુકમમાં રાખવામાં આવેછે સારે

તે મૂળાંગ ઈંડાંમાંની દાળ તથા સફેદીવડે ઉચ્છરી કે વધીને નાનું પક્ષી, નાનું ઢૂંકડું, જન્મે છે; અને પછી તેને સેવે છે એટલે વધી મરણ થાય છે. માટે પ્રાણી વનસ્પતિનીપેઠે અંકુરનો ઉદ્ભવેદ થવાથી ઉત્પન્ન થાય છે; અને એ સંબંધમાં બધી વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓ એક એકને સમાન છે અને ખનિજ પદાર્થથી ભિન્ન છે.

૬૫. સજીવપદાર્થો સ્વનિજપદાર્થોથી આવશ્યક રચનામાં, મોટા થવાની રીતિમાં, તથા અંકુર (બીજ) વડે પુનરુદ્ભવ થવામાં ભિન્ન છે.

એમ ચૈતન્યદ્રવ્યમાં અને ખનિજદ્રવ્યમાં બહોળો ભેદ છે. ચૈતન્યદ્રવ્યનાં મૂળતત્ત્વો અને ખનિજદ્રવ્યનાં મૂળતત્ત્વો સમાન (અભિન્ન) છે; પ્રકૃતિ અને ગતિના મૂળ નિયમો ખનિજદ્રવ્યને જેટલા લાગુ પડે છે તેટલા જ સજીવદ્રવ્યને લાગુ પડે છે; પરંતુ સજીવ પદાર્થ જાણી સંયુક્ત ચંત્ર કે સાંચો છે અને તે અમુક અવસ્થામાં માત્ર “ચાલે છે” કે જીવે છે. ઢૂંકડીનાં ઈંડાંમાં અંકુર હોય છે તેને ઈંડાંમાંના આણુઓનું ઢૂંકડાનું અંગ રચવામાં ઉજ્જુતામાનની અમુક સાંકડી મર્યાદામાં કેટલીક હુંફવિના બીજું કંઈ જોઈતું નથી. અને પ્રાણી હિમ (અરફ) ના ઉજ્જુમાન બિંદુ જેટલી શીતળતાને પામતાં વારને તેના આણુઓ નિયમિત પાસાદાર ગાંગડાના રૂપમાં જે ક્રિયાથી પોતાની મેજે રચાય છે તે જેટલી ગહન છે તેથી, બીજનીપેઠે ઈંડાની અંદર થતી ક્રિયા વધતી કે ઓછી ગહન નથી.

સજીવ પદાર્થોવિષેનું જ્ઞાન મેળવવાનો વધારે અભ્યાસ કરતાં જીવવિજ્ઞાની હદમાં પેશીએ છીએ. એ વિજ્ઞાના એ મોટા ભાગ છે, એક વનસ્પતિશાસ્ત્ર અને બીજું પ્રાણીશાસ્ત્ર.

આ પ્રત્યેક ભાગમાં વિભાગો છે—ઉદાહરણ રૂપવિજ્ઞા (આકારવિજ્ઞા) સજીવ વસ્તુઓના એટલે વનસ્પતિનાં અને પ્રાણીઓનાં રૂપ કે આકાર, તેઓની રચના કે બનાવટ, તથા સજીવ વસ્તુઓનું વધતું એ વિષયોનું જ્ઞાન એથી મળે છે; દ્વિયવિજ્ઞા—એમાં તેઓના વ્યાપાર કે કર્મો તથા બીજી બાબતોનો ખુલાસો છે.

૩. અમૂર્તવિષયો.

૬૬. માનસિક દર્શનો.

સકળ ભૌતિક વસ્તુઓ નિર્જીવ હોયછે, અર્થાત્ અનિજપદાર્થો હોયછે, અથવા સજીવ હોયછે. જે કોઇ પદાર્થ જગ્યા કે અવકાશ રોકેછે, પતિરોધ કરેછે, જેમાં ભાર છે, અને જે ગતિ સંક્રમક છે તે સૃષ્ટિના આ એ મોટા ભાગમાંના એકમાંનો હોયછે. અગોળવિદ્યા, અનિજવિદ્યા, પદાર્થવિજ્ઞાન, અને રસાયણશાસ્ત્ર એ પહેલા સંબંધી છે, અને જીવ વિદ્યા તેના એ વિભાગો-પ્રાણીવિદ્યા અને વનસ્પતિશાસ્ત્ર-સહિત ખીજનું નિરૂપણ કરેછે. પણ આપીપમાંના સૃષ્ટિના જ્ઞાનના વિષયો ઉપરાંત તેમાં ખીજ નથી એમ નથી. આ પહેલી આપડીની પહેલી કલમમાંજ વસ્તુતઃ વસ્તુઓ કે ભૌતિક પદાર્થો અને ઇન્દ્રિયબોધ એ બેની વચ્ચેનો ભેદ જણાવવાનો પ્રસંગ મળ્યો હતો. વાસ (ધન) જગ્યા રોકતી નથી અને તેને ધ્રુવન નથી; અવાજનો કે ચળકાટનો એક શેર કે એક ધનદ્રુત એવું બોલવું અનર્થક છે. આનન્દને રૂપક અલંકાર આપી અસ્થિર કહેછે પણ ગતિમાં હોનારી ચીજરૂપે તમે આનન્દને મનમાં આણી શકો નહિ.

જેઓને આપણે મનોભાવ (કે મનોવિકાર) કહીએ છીએ તેઓમાં પણ ભૌતિક દ્રવ્યનાં લક્ષણોમાંનું એક નથી. ઉદાહરણ, પ્રીતિને અને દ્વેષને આકાર, ભાર કે ગતિવેગ છે એવો ખ્યાલ એક ક્ષણવાર પણ આપણે કરીએ નહિ. અને તર્ક કરવામાં આપણે વિચાર કરીએ છીએ ત્યારે આપણા વિચારોને પણ ભૌતિક વસ્તુઓના ગુણો નથી.

એમ ઇન્દ્રિયબોધ, મનોવિકાર, અને વિચારોનો સૃષ્ટિનાં દર્શનોનો વિશેષ વર્ગ બનેછે તેઓને માનસિક કહેછે.

૬૭. માનસિક દર્શનોનો ક્રમ; મનોવ્યાપારવિદ્યા.

ભૌતિક દ્રવ્ય દર્શનોમાં જેમ નિર્મિત ક્રમ છે તેમ માનસિક દર્શનોમાં પણ છે; અને જેમ એ પહેલામાં બનાવતી શ્રેણીમાં દૈવયોગ

કે અકસ્માત કે ઉત્પન્ન કરનાર કારણ વિનાનો બનાવ નથી તેમ બીજામાં પણ નથી. જ્યોત્ષ્ણ એ ઉપરાંત કેટલાંક ભૌતિકપદાર્થ દર્શનો અને કેટલાંક માનસિક દર્શનોની વચ્ચે કારણ અને કાર્યનો સંબંધ છે. ઉદાહરણ, આપણી ઇન્દ્રિયો ઉપર અમુક ભૌતિકપદાર્થોની સત્તાથી અમુક ઇન્દ્રિયબોધ હમેશ થાય છે. સોયના ગોદાથી દુઃખ થાય છે, રત્નો ગાળો નરમ લાગે છે, કળીચૂનો ઘોળો દેખાય છે, ઈત્યાદિ. માનસિક દર્શનોનો અભ્યાસ, જે ક્રમમાં તેઓ એક એકની પછી થાય છે તેનું તથા તેઓની તથા ભૌતિકપદાર્થોના દર્શનોની વચ્ચે કારણ અને કાર્યના સંબંધનું જ્ઞાન, મનોવ્યાપારવિદ્યાથી થાય છે.

સૃષ્ટિનાં બધાં દર્શનો ભૌતિક, કે અમૂર્તિક, કે કાયિક, કે, માનસિક છે; આ કુદ્રતી વિષયોના વર્ગોમાંના એક કે વધારેનું તથા તેઓ વચ્ચેના સંબંધનું જેમાં જ્ઞાન નહિ એવી એક વિદ્યા (સાયન્સ) થાય છે.



